



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
INSTITUTO DE TECNOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ARQUITETURA E URBANISMO

LILIAN GUEDES KOBAYASHI

**CORRELAÇÃO ENTRE RUÍDO E CO₂ DIANTE DE PARÂMETROS
URBANOS EM UMA PORÇÃO DA AVENIDA ALMIRANTE BARROSO –
BELÉM-PA**

Belém-PA
Junho/2019

LILIAN GUEDES KOBAYASHI

**CORRELAÇÃO ENTRE RUÍDO E CO₂ DIANTE DE PARÂMETROS
URBANOS EM UMA PORÇÃO DA AVENIDA ALMIRANTE BARROSO –
BELÉM-PA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo do Instituto de Tecnologia da Universidade Federal do Pará, como requisito para obtenção do título de Mestre em Arquitetura e Urbanismo.

Linha de Pesquisa: Arquitetura, desenho da cidade e desempenho ambiental.

Orientador: Prof. Dr. Gustavo da Silva Vieira de Melo.

Coorientador: Prof. Dr. Irving Montanar Franco

Belém-PA
Junho/2019

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) de acordo com ISBD
Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal do Pará
Gerada automaticamente pelo módulo Ficat, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

K75c KOBAYASHI, LILIAN GUEDES
CORRELAÇÃO ENTRE RUÍDO E CO2 DIANTE DE
PARÂMETROS URBANOS EM UMA PORÇÃO DA AVENIDA
ALMIRANTE BARROSO - BELÉM-PA / LILIAN GUEDES
KOBAYASHI. — 2019.
153 f. : il. color.

Orientador(a): Prof. Dr. Gustavo da Silva Vieira de Melo
Coorientador(a): Prof. Dr. Irving Montanar Franco
Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em
Arquitetura e Urbanismo, Instituto de Tecnologia, Universidade
Federal do Pará, Belém, 2019.

1. CORRELAÇÃO ENTRE RUÍDO E CO2 NA
AMAZÔNIA. 2. FENÔMENOS AMBIENTAIS URBANOS.
3. MAPEAMENTO EM SIG. 4. PAISAGEM SONORA. I.
Título.

CDD 720.4709811

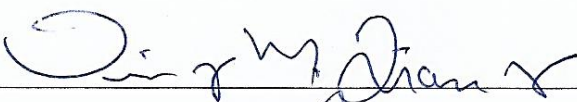
LILIAN GUEDES KOBAYASHI

**CORRELAÇÃO ENTRE RUÍDO E CO₂ DIANTE DE PARÂMETROS
URBANOS EM UMA PORÇÃO DA AVENIDA ALMIRANTE BARROSO –
BELÉM-PA**

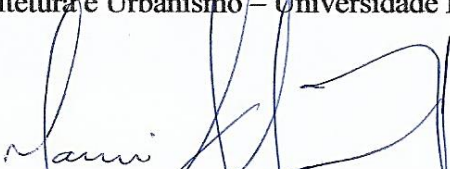
BANCA EXAMINADORA:



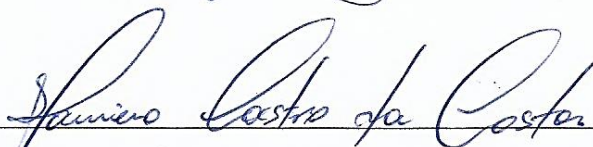
Prof. Dr. Gustavo da Silva Vieira de Melo – Orientador
Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo – Universidade Federal do Pará



Prof. Dr. Irving Montanar Franco – Coorientador
Faculdade de Arquitetura e Urbanismo – Universidade Federal do Pará



Prof. Dr. Márcio Santos Barata – Membro Interno
Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo – Universidade Federal do Pará



Prof. Dr. Maurício Castro Costa – Membro Externo
Faculdade Estácio de Belém - PA

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais Romão e Graça Kobayashi pela criação e apoio, pois sem eles a minha trajetória até este presente momento não seria possível. A minha filha Julia pelo amor incondicional e paciência diante das minhas ausências. A minha irmã Diana Kobayashi e o cunhado Mateus Monteiro pelas conversas de incentivo e apoio.

Ao meu orientador Prof. Dr. Gustavo da Silva Vieira de Melo por ter acreditado em mim e me orientado nesta jornada mesmo sem antes nos conhecermos previamente, bem como por ter aceitado me acompanhar na temática escolhida.

Ao meu coorientador Prof. Dr. Irving Montanar Franco pela contribuição desde o período de graduação, conselhos e ensinamentos, tanto técnicos relacionados a profissão na Arquitetura e Urbanismo, quanto sobre a vida.

Ao amigo e namorado Denilson Ramos pelas conversas, paciência e compreensão. Pela ajuda e aporte, pois sem os mesmos, parte deste trabalho não teria sido executada.

Ao colega de mestrado Paulo Chagas e o colaborador Daniel pela ajuda fundamental em algumas etapas deste trabalho.

Aos professores do Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo pela transmissão de seus conhecimentos durante as disciplinas ministradas e além das salas de aula.

As minhas colegas de graduação Juliana Brabo, Karina Maués e Daylá Machado, pelas brincadeiras, conversas e apoio mesmo que a distância.

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo fornecimento de bolsa para auxílio financeiro no desenvolvimento deste trabalho.

E a todos que contribuíram direta ou indiretamente para a realização deste trabalho.

RESUMO

As cidades atuais são frutos de inúmeros processos sociais, econômicos, políticos, e ambientais, que, além de marcados em sua história, continuam em constante propagação e transformação dentro de sua abrangência territorial. A urbanização decorrente dessas complexas interações cotidianas entre o espaço físico e as ações da sociedade ou falta delas por parte do poder público produzem reflexos para o próprio homem e para a natureza que o envolve. Esses reflexos, se ultrapassarem os limites da salubridade comprometem fenômenos urbanos como a paisagem sonora e a qualidade do ar, e os torna prejudiciais à vida, causando problemas à população desde a falta de concentração para realização das atividades até doenças graves. A poluição sonora e do ar podem ser desencadeadas e até potencializadas por características urbanas como materiais construtivos refletores e a orientação das vias, bem como com a alta concentração de tráfego veicular, elemento indicado pela literatura como principal fonte para ambas. Este trabalho tem como objetivo verificar e analisar a correlação entre os fenômenos do ruído e de concentração de dióxido de carbono em área urbana, e, para tal, foram selecionados quatro perímetros de uma importante via de tráfego pesado na cidade de Belém, capital do estado do Pará, a Avenida Almirante Barroso, de acordo com as configurações e usos diferenciados existentes em seu traçado. A metodologia compreende monitoramento ambiental *in loco* da área, através da coleta de dados de níveis de pressão sonora, concentração de CO₂ e climáticos de temperatura e umidade para então constatar correlação entre os perfis gráficos gerados e, acrescido a isso, posterior desenvolvimento de mapa representativo em formato SIG dos resultados obtidos. Após leitura dos dados e diante dos resultados foi verificado que a correlação entre nível de pressão sonora e concentração de dióxido de carbono é variável, se modifica em percentual, de acordo com as características urbanas e sociais de utilização do espaço.

Palavras-chave: correlação entre ruído e CO₂ na Amazônia; fenômenos ambientais urbanos; mapeamento em SIG; paisagem sonora.

ABSTRACT

Today's cities are derived from numerous social, economic, political, and environmental processes that, in addition to being marked in their history, continue to be constantly propagated and transformed within their territorial scope. Urbanization resulting from these complex daily interactions between physical space and society's actions or lack of them on the part of the public power produce reflexes for man himself and for the nature that surrounds him. These reflexes, if they exceed the limits of sanitation, compromise urban phenomena such as the sound landscape and the quality of the air, and make them harmful to life, causing problems to the population from lack of concentration to carrying out activities to serious illnesses. Air and sound pollution can be triggered and even enhanced by urban characteristics such as reflective construction materials and the orientation of the roads, as well as the high concentration of vehicular traffic, an element indicated by the literature as the main source for both. This work aims to verify and analyze the correlation between noise and carbon dioxide concentration in urban areas, and for that purpose, four perimeters of an important heavy traffic route were selected in the city of Belém, capital of the state of Pará, the Almirante Barroso Avenue, according to the configurations and different uses existing in its route. The methodology includes environmental monitoring in loco of the area, through data collection of sound pressure levels, concentration of CO₂ and climate of temperature and humidity, to verify correlation between the graphic profiles generated and, in addition, subsequent development of representative map in GIS format of the results obtained. After reading the data and in front of the results, it was verified that the correlation between sound pressure level and carbon dioxide concentration is variable, it is modified in percentage, according to the urban and social characteristics of space use.

Keywords: correlation between noise and CO₂ in the Amazon; urban environmental phenomena; mapping in GIS; soundscape.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Principais estoques globais de carbono e fluxos anuais do ciclo do carbono (em PgC).....	38
Figura 2 - Ilustração dos principais estoques e fluxos do ciclo de carbono em um ecossistema terrestre do tipo Cerrado brasileiro.....	39
Figura 3 - Imagem global das concentrações de dióxido de carbono atmosférico retiradas pelo satélite OCO-2 em junho de 2015.....	42
Figura 4 - Vórtices formados devido ao fluxo de vento estar perpendicular ao cânion.	47
Figura 5 - Perfil vertical de cânion urbano e indicação da relação W/H.....	48
Figura 6 - Distribuição de fluxos de ar, sombra de vento e vórtice em uma malha urbana.	49
Figura 7 - Distribuição dos fluxos dos ventos urbanos entre a massa edificada.	49
Figura 8 - Áreas consideradas para análise de rugosidade dos edifícios.....	54
Figura 9 - Comportamento acústico dos materiais.	55
Figura 10 - Mapa de localização da Av. Almirante Barroso.	71
Figura 11 - Localização de pontos na Av. Almirante Barroso.	73
Figura 12 - Foto aérea da Av. Almirante Barroso ponto 1 rotatória Júlio Cesar e locação do instrumento sinalizado em vermelho.....	74
Figura 13 - Planta de pavimentação do solo - Av. Almirante Barroso ponto 1 rotatória Júlio Cesar.	75
Figura 14 - Planta de usos do solo - Av. Almirante Barroso ponto 1 rotatória Júlio Cesar.	75
Figura 15 - Perfil Av. Almirante Barroso ponto 1 rotatória Júlio Cesar.	76
Figura 16 - Panorâmica da Av. Almirante Barroso ponto 1 rotatória Júlio Cesar.	76
Figura 17 - Foto aérea da Av. Almirante Barroso ponto 2 Bosque e locação do instrumento sinalizado em vermelho.....	77
Figura 18 - Planta de pavimentação do solo - Av. Almirante Barroso ponto 2 Bosque.	77
Figura 19 - Planta de usos do solo - Av. Almirante Barroso ponto 2 Bosque.....	78
Figura 20 - Perfil Av. Almirante Barroso ponto 2 Bosque.....	78
Figura 21 - Panorâmica da Av. Almirante Barroso no ponto 2 Bosque.....	79
Figura 22 - Foto aérea da Av. Almirante Barroso ponto 3 Mariz-Mauriti.	79

Figura 23 - Planta de pavimentação do solo - Av. Almirante Barroso ponto 3 Mariz-Mauriti.	80
Figura 24 - Planta de usos do solo - Av. Almirante Barroso ponto 3 Mariz-Mauriti.	80
Figura 25 - Perfil Av. Almirante Barroso ponto 3 Mariz-Mauriti.	81
Figura 26 - Panorâmica da Av. Almirante Barroso ponto 3 Mariz-Mauriti.	81
Figura 27 - Foto aérea da Av. Almirante Barroso ponto 4 São Brás.	82
Figura 28 - Planta de pavimentação do solo - Av. Almirante Barroso ponto 4 São Brás.	82
Figura 29 - Planta de usos do solo - Av. Almirante Barroso ponto 4 São Brás.	83
Figura 30 - Perfil Av. Almirante Barroso ponto 4 São Brás.	83
Figura 31 - Panorâmica da Av. Almirante Barroso ponto 4 São Brás.	83
Figura 32 - Instrumento para medição de CO ₂ – Telair 7001.	85
Figura 33 - Instrumento para medição acústica – Solo Sonomètre.	85
Figura 34 - Termo Higrômetro Digital.	85
Figura 35 - Sonômetro Solo sobre tripé durante o monitoramento (a); Telaire e Termo Higrômetro em abrigo sobre apoio durante o monitoramento (b).	85
Figura 36 - Umidade relativa do ar monitorada no dia 19/06/2018.	90
Figura 37 - Umidade relativa do ar monitorada no dia 20/06/2018.	90
Figura 38 - Umidade relativa do ar monitorada no dia 26/06/2018.	91
Figura 39 - Temperatura do ar monitorada no dia 19/06/2018.	91
Figura 40 - Temperatura do ar monitorada no dia 20/06/2018.	91
Figura 41 - Temperatura do ar monitorada no dia 26/06/2018.	92
Figura 42 - LAeq e concentração de CO ₂ monitorados no ponto 1.	93
Figura 43 - Correlação entre os valores de LAeq e CO ₂ monitorados no ponto 1.	94
Figura 44 - LAeq e concentração de CO ₂ monitorados no ponto 2.	95
Figura 45 - Correlação entre os valores de LAeq e CO ₂ monitorados no ponto 2.	96
Figura 46 - LAeq e concentração de CO ₂ monitorados no ponto 3.	97
Figura 47 - Correlação entre LAeq e CO ₂ monitorados no ponto 3.	98
Figura 48 - LAeq e concentração de CO ₂ ponto 4.	99
Figura 49 - Correlação entre os valores de LAeq e CO ₂ monitorados no ponto 4.	100
Figura 50 - Concentrações de CO ₂ monitoradas em todos os pontos.	101
Figura 51 - LAeq monitorado em todos os pontos.	101
Figura 52 - Porosidade pertencente ao ponto 1 Júlio Cesar.	102
Figura 53 - Porosidade pertencente ao ponto 2 Bosque.	102

Figura 54 - Porosidade pertencente ao ponto 3 Mariz-Mauriti.	103
Figura 55 - Porosidade pertencente ao ponto 4 São Brás.	103
Figura 56 - Mapa de menores LAeq - Dia 26/06/2018.	106
Figura 57 - Mapa de maiores LAeq - Dia 26/06/2018.	107
Figura 58 - Mapa de menores CO ₂ - Dia 26/06/2018.....	108
Figura 59 - Mapa de maiores CO ₂ - Dia 19/06/2018.....	109
Figura 60 - Feições para o dia 19/06/2018 resultantes dos valores monitorados de CO ₂ e LAeq	111
Figura 61 - Feições para o dia 20/06/2018 resultantes dos valores monitorados de CO ₂ e LAeq	112
Figura 62 - Feições para o dia 26/06/2018 resultantes dos valores monitorados de CO ₂ e LAeq	113

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Nível de critério de avaliação para ambientes externos, em dB(A).	22
Tabela 2 - Intervalo para coeficiente de correlação e significado.	74
Tabela 3 - Significado da relação W/H.	75

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

SIG	Sistema de Informação Geográfica
NPS	Nível de Pressão Sonora
NBR	Normas Brasileiras
OMS	Organização Mundial da Saúde
ONU	Organização das Nações Unidas
ABNT	Associação Brasileira de Norma Técnicas
ISO	<i>International Organization for Standardization</i>

CONAMA	Conselho Nacional de Meio Ambiente
IPCC	<i>Intergovernmental Panel on Climate Change</i>
CNTP	Condições Normais de Temperatura e Pressão
OMM	Organização Meteorológica Mundial
NASA	<i>National Aeronautics and Space Administration</i>
EPA	<i>Environmental Protection Agency</i>
NR	Norma Regulamentadora
pH	Potencial Hidrogeniônico
SINTEF	<i>Stiftelsen for industriell og teknisk forskning</i>
PRONAR	Programa Nacional de Controle da Poluição do Ar
LADEC	Laboratório de Análise e Desenvolvimento do Espaço Construído
FAU	Faculdade de Arquitetura e Urbanismo
UFPA	Universidade Federal do Pará
IDW	<i>Inverse Distance Weighting</i>

LISTA DE SÍMBOLOS E UNIDADES

Pa	Pascal
Hz	Hertz
kHz	Quilohertz
dB	Decibel
dB(A)	Decibel com ponderação no filtro A
CO ₂	Dióxido de carbono
CH ₄	Metano
N ₂ O	Óxido nitroso
H ₂ O	Vapor de água
O ₃	Ozônio
CFC	Clorofluorcarbono

C	Carbono
C ₆ H ₆	Benzeno
°C	Grau Celsius
PM	<i>Particulate Matter</i>
PgC	Pentagrama de carbono
%	Por cento
ppm	Parte por milhão
m/s	Metros por segundo
L _{Aeq}	Nível de pressão sonora equivalente com ponderação no filtro A
i_p	Índice de porosidade
A_v	Área vazia não edificada
A_t	Área total eleita
W/H	Relação largura e altura dos espaços
r	Coeficiente de correlação linear

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1.....	14
1.1. INTRODUÇÃO	14
1.2. JUSTIFICATIVA.....	17
1.3. OBJETIVOS	18
1.3.1. Objetivo geral.....	18
1.3.2. Objetivos específicos.....	18
CAPÍTULO 2 – REVISÃO DA LITERATURA	19
2.1. O RUÍDO E A SAÚDE HUMANA.....	19
2.2. O RUÍDO URBANO	21
2.3. QUALIDADE DO AR.....	22
2.3.1. Efeito estufa.....	23
2.3.2. O dióxido de carbono	25
2.3.3. Poluição e a saúde humana.....	31
2.4. ELEMENTOS URBANOS	34
2.4.1. Desenho urbano.....	34
2.4.2. Porosidade	38
2.4.3. Dispositivos urbanos	39
2.4.4. Usos do solo	41
2.4.5. Rugosidade	42
2.4.6. Materiais.....	44
2.4.7. Vegetação	45
2.4.8. Barreiras	46
2.4.9. Ar atmosférico.....	47
2.4.10. Temperatura, vento e umidade	48
2.5. POLUIÇÃO SONORA, ATMOSFÉRICA E O ESPAÇO URBANO.....	49
CAPÍTULO 3 - PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS.....	58
3.1. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA.....	58
3.2. MEDODOLOGIA E TÉCNICAS APLICADAS.....	58
3.2.1. 1ª Etapa.....	59
3.2.2. 2ª Etapa.....	61
3.2.3. 3ª Etapa.....	75
CAPÍTULO 4 - RESULTADOS E DISCUSSÃO	78
4.1. PERFIL CLIMATOLÓGICO DOS PONTOS.....	78
4.2. PERFIL AMBIENTAL DO PONTO 1	81
4.3. PERFIL AMBIENTAL DO PONTO 2	83
4.4. PERFIL AMBIENTAL DO PONTO 3.....	85

4.5. PERFIL AMBIENTAL DO PONTO 4	87
4.6. ANÁLISE COMPARATIVA ENTRE OS PONTOS	89
4.7. ANÁLISE DOS PARÂMETROS URBANOS	91
4.8. SIMULAÇÕES EM <i>SOFTWARE</i> QGIS	95
CAPÍTULO 5 - CONCLUSÃO	103
5.1. SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS	106
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	107
APÊNDICES.....	115

CAPÍTULO 1

1.1. INTRODUÇÃO

O crescimento das cidades vem se estabelecendo ao longo de um processo histórico, caracterizado por processos construídos pelas relações e ações dos atores sociais, industrialização, desenvolvimento da urbanização e aumento populacional no decorrer dos anos. Deste modo, deriva um ambiente construído complexo, com sistema viário, espaços públicos, habitações, construções verticais, e outros elementos urbanos, que ao serem utilizadas pela população refletem o cotidiano de suas relações.

Proporcionalmente a esse aumento das cidades, e em meio às interações e efeitos produzidos entre suas estruturas físicas e seus agentes, surgem questões ambientais como a carência de arborização e as poluições do ar e sonora. As fontes antrópicas se destacam como geradoras desse cenário, dentre as quais temos os veículos, as indústrias, construção civil, a incineração de resíduos e um planejamento urbano falho. Oliveira (2006) reforça ao dizer que a ampliação da quantidade de vias e o crescente número de veículos que circulam, desencadeiam um incremento no trânsito e no tráfego, ocasionando problemas de congestionamentos e poluição.

Segundo Machado (2004), a Organização Mundial da Saúde (OMS) admitiu que a urbanização pode ocasionar prejuízos à saúde, passando a tratar o fenômeno como fonte de muito dos males que a humanidade enfrenta na contemporaneidade. Como definição geral, a poluição é a degradação do meio ambiente que pode causar danos à qualidade ambiental e/ou à saúde dos seres humanos, decorrente da inserção de elementos nocivos no ambiente, de acordo com a Lei nacional nº 6.938/81 sobre Política Nacional do Meio Ambiente.

Dentro da dinâmica espacial urbana existem diversas fontes de ruído e situações que comprometem a qualidade do ar como as queimas de combustíveis e de resíduos por exemplo. Porém a causa mais apontada na literatura como responsável em cada problemática é o tráfego rodoviário (GIUNTA e SOUZA, 2008; SANTOS et al., 2012; SPIRN, 1995).

Os efeitos decorrentes da poluição sonora dependem desde aspectos subjetivos relacionados à percepção de cada pessoa, o que é variável, até características técnicas como a intensidade do ruído e o tempo de exposição a ele, por exemplo. O corpo humano, quando exposto ao som além dos limites recomendáveis, pode ter o seu bem-estar

psicológico e físico afetados, resultando por exemplo, na alteração do sono, irritabilidade e queda da resistência a doenças infecciosas (BISTAFA, 2011).

Outra condição que influencia também são as formas físicas da cidade, ou seja, a localização de vegetação, distância entre edifícios verticais, materiais empregados nas fachadas dos prédios, etc. Nesse sentido, segundo Guedes (2005), pode haver ou não desconforto no ambiente urbano, devido aos espectros sonoros serem passíveis de sofrer com os fenômenos da difração, reflexão e absorção.

A qualidade do ar quando comprometida tem efeitos nocivos, gera danos ao meio ambiente e a todos os seres vivos no local onde incide. Apesar de silenciosa e não ser considerada um incômodo imediato, também deve ser evitada, pois desencadeia impactos à saúde, à fauna e à flora em períodos prolongados de exposição. Para o ser humano, decorrem desde irritações oculares, doenças respiratórias como a bronquite, até cancro de pulmão.

Diversos níveis de poluição atmosférica podem ser visualizados dentro de uma mesma cidade, devido a fatores como complexidade e dinâmica espacial (SILVA, 2001). Estes fatores podem assim ser entendidos como os seus atributos naturais (relevos, etc.), as ações humanas (construções, impermeabilização do solo, etc.) e as várias funções do meio urbano (comercial, residencial ou industrial) que, juntamente com as características climatológicas da área (temperatura, velocidade dos ventos, etc.) ao se relacionarem propiciam várias concentrações de poluentes. Vale lembrar que esse comportamento dos poluentes está relacionado também à população, que ao se distribuir em maior ou menor número dentre as funções do espaço urbano, proporcionalmente emprega em mesma quantia os transportes rodoviários, fonte de poluição do ar e sonora, como mencionado.

Moraes *et al.* (2010) e Freitas (2003) desenvolveram pesquisas sobre problemas ambientais de ruído e qualidade do ar respectivamente, dentro do espaço das cidades a fim de demonstrarem seus efeitos nocivos, e concomitante disseminação de suas contribuições. Estudos desse tipo são de grande valor para a qualidade urbana e envolvem uma quantidade significativa de variáveis em suas análises. São assim, tentativas de solução e subsídios para aumentar a visibilidade dos problemas reais encontrados.

Santos *et al.* (2012) e Machado *et. al* (2015) abordam conjuntamente em seus estudos o ruído e de dióxido de carbono, porém demonstram os resultados encontrados sem adentrar no quesito de correlação entre esses parâmetros. O primeiro analisa os resultados derivados do monitoramento em uma avenida e o segundo expõe os resultados

através de mapas construídos em *software* do tipo SIG – Sistema de Informação Geográfica.

Exemplos como esses tem levado a comunidade à busca de ações para melhor compreensão dos fenômenos e processos causadores dos efeitos danosos ao meio ambiente e as condições de vida de seus cidadãos e de medidas que sejam capazes de reduzi-los, a fim de tornar as cidades menos hostis e propícias ao bem-estar de seus cidadãos. É dentro das cidades que ocorre a concentração das populações, o uso em larga escala de energia e as atividades econômicas dos países, portanto, são locais fundamentais para se tratarem essas emissões antrópicas e implementar iniciativas profundas e transformadoras.

Instrumentos de gestão ambiental têm sido produzidos pelas autoridades, porém se vê ainda que a poluição sonora e poluição do ar estão lado a lado e frequentes no cotidiano das cidades. Há sim a necessidade de se estabelecer estratégias para o controle, preservação e recuperação do meio ambiente, mas também para fiscalização das legislações existentes e conscientização da sociedade em suas ações para que se possa ter de fato a melhoria da qualidade de vida no espaço urbano.

A cidade de Belém capital do estado do Pará se constituiu como as outras cidades, derivada de uma longa história processual própria do local, com características socioespaciais e econômicas que foram submetidas a sua administração pública e seus agentes sociais. Dentro de seu crescimento e formação passou, dentre outras fases, pela institucionalização da Região Metropolitana de Belém em 1973, por uma expansão demográfica e pelo início do processo de conurbação a partir de 1980 (LIMA E CARDOSO, 2015). Assim, Belém continua em transformação de acordo com as necessidades, uso e ações de sua sociedade, o que inclui em mesma proporção os reflexos indesejáveis causados pela utilização humana do meio urbano, como as poluições sonoras e as constantes emissões de CO₂.

A porção integrada pela Av. Alm. Barroso vem como importante eixo viário do município de Belém por interligar vários pontos da cidade e deter diversos elementos urbanísticos, como o bosque e as praças e, uma diversidade de usos, como a ofertada pelo setor residencial e pelos de comércio e serviços através das escolas, hospitais, bancos, e comércio em geral. Deste modo, o seu grande uso por parte dos cidadãos possibilita um dinamismo tanto de veículos quanto de pedestres e, portanto, uma significativa e diversificada quantidade e qualidade de amostras e fontes sonoras e de CO₂.

Diante desse contexto, este trabalho analisou e verificou a correlação entre a concentração de dióxido de carbono e o ruído, perante algumas configurações encontradas no eixo da Av. Alm. Barroso, dois fenômenos urbanos recorrentes nas cidades modernas e presentes em Belém/PA, e que tornam a sua vivência desconfortável e até prejudicial para o próprio homem e o ambiente dependendo do grau de exposição. Ao se considerarem as inferências existentes na literatura de que os veículos automotores são os principais responsáveis pela poluição sonora e do ar (GIUNTA e SOUZA, 2008; SANTOS et al., 2012; SPIRN, 1995), foram definidos ao longo da via quatro trechos com características espaciais diferenciadas entre si como palcos dos experimentos, devido aos seus fluxos intensos e alimentação similar, uma vez que se distribuem ao longo do mesmo corredor de tráfego.

1.2. JUSTIFICATIVA

O meio urbano gera cotidiana influência sobre o ser humano. Tudo se dá pela vivência e uso, desde o simples caminhar, promovedor de interação do pedestre com o meio e vice-versa, até a inserção de veículos nas vias de tráfego, todos provocam respostas, sonoras ou sobre a qualidade do ar no ambiente construído que pode ser planejado ou não. Tratar de questões acerca do ruído ambiental e da qualidade do ar como uma preocupação integrante do espaço urbano, é de grande necessidade para a conservação e harmonia da natureza e para o bem-estar físico e mental de toda a sociedade.

A execução de medidas preventivas pode ser menos custosa e estressante em contrapartida ao tratamento, ou seja, quando introduzidas na fase do planejamento urbano. O estudo e os dados a serem coletados auxiliam agentes sociais públicos e privados em medidas para controle das atividades que gerem estes elementos estressores no interior das cidades.

A sociedade permitirá a visualização do contexto ambiental urbano e os reflexos de quando se produz o ruído (som ambiente-paisagem sonora) e se altera nocivamente a constituição natural da atmosfera. Isso irá ajudar na mudança e prevenção de hábitos executados que podem não ser percebidos nos aspectos que degradam a qualidade ambiental tidos como maléficos para uns, no entanto sendo sinal de desenvolvimento para outros. A descrição e a mensuração da qualidade ambiental possibilitam o aumento da

conscientização e da tomada de medidas para melhoria e ou contingenciamento de impactos ambientais.

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. Objetivo geral

Analisar os dados acústicos (Nível de pressão sonora - NPS) e o fenômeno da qualidade do ar (concentração de CO₂) e seu perfil de correlação decorrente da configuração e uso do espaço em uma porção da Avenida Almirante Barroso em Belém-PA.

1.3.2. Objetivos específicos

- Coletar dados (acústicos, de concentração de dióxido de carbono, temperatura do ar e umidade relativa do ar) em pontos da Av. Almirante Barroso selecionados de acordo com suas características de traçado e utilização distintas;
- Verificar correlação entre os parâmetros de ruído e de CO₂ no espaço urbano construído;
- Mapear os dados acústicos e de concentração de dióxido de carbono levantados através da suíte SIG (Sistema de Informação Geográfica – *Gis Geographic Information System*) no *software* Quantum GIS para representação gráfica dos resultados encontrados.

CAPÍTULO 2 – REVISÃO DA LITERATURA

A acústica possui como conceito ser a ciência do som, desde a sua geração e transmissão até os seus efeitos. O campo dos vários setores e atividades que a comporta é amplo e multidisciplinar, com diferentes recortes, alcances e profundidades. As ações analisadas acerca dos sons vão desde a produção, transmissão, percepção, gravação e reprodução até o controle, por exemplo, de acordo com a especificidade competente a cada um.

O som pode ser compreendido como um movimento ondulatório mecânico, formado pela propagação das vibrações das moléculas de um meio como o ar, o líquido ou o sólido (CARVALHO, 2006). Dentro de seu conceito pode-se dita-lo também como uma variação da pressão ambiente detectável pelo sistema auditivo, sendo o limiar de audibilidade, ou seja, a menor variação detectada pelo sistema auditivo da ordem de 2×10^{-5} Pa, e a capaz de gerar o limiar da dor da ordem de 60 Pa (BISTAFA, 2011).

Bistafa (2011) chama a atenção para o fato de que o som é igualmente tudo aquilo que é governado por princípio físico análogo, e não somente o fenômeno do ar que provoca a sensação de audição. Nesse sentido, os sons que não são ouvidos por pessoas normais como os infrassons, perturbações em frequências abaixo de 20 Hz, e os ultrassons, acima de 20 kHz, também são consideradas como sons. A faixa de frequência detectável pelo ouvido humano está neste intervalo entre 20 Hz e 20kHz e é denominada de faixa de áudio. Portanto, o som dentre as suas inúmeras funções consegue promover uma comunicação de informações de caráter audível e não audível ao sistema auditivo.

O ruído é dito como um som sem harmonia e indesejável a percepção humana (BISTAFA, 2011), entretanto é válido mencionar que essa condição de ser desagradável nem sempre é totalmente negativa, pois partindo-se do pressuposto de que os sons podem transmitir informações, podem passar a ser úteis e bem-vindos como por exemplo da comunicação de algum problema em um motor veicular. Para Carvalho (2006) o ruído pode então ser conceituado tecnicamente como uma oscilação intermitente aleatória.

2.1. O RUÍDO E A SAÚDE HUMANA

O ruído é intrínseco a existência do ser humano, em todas as suas atividades e horas ao longo do dia. É indicado como uma das principais causas de degradação da qualidade de vida nas grandes cidades, em especial o ruído de tráfego, ocasionando graves

problemas a saúde, de acordo com a intensidade e tempo de exposição do ruído (MAURIZ E FORSSÉN, 2018; OLIVEIRA et al., 2017) bem como impactos econômicos e financeiros a sociedade. Segundo a Organização Mundial da Saúde (OMS) (2018) as avaliações disponíveis estudadas colocam o fardo das doenças decorrentes do ruído ambiental como o segundo mais elevado após o da poluição atmosférica.

O ruído provoca diversos efeitos a saúde dentro de duas categorias: a fisiológica, como a perda ou deficiência da audição e aumento da pressão arterial devido a exposição um nível sonoro suficientemente elevado; e a psicológica, como a sensação de incômodo e stress gerada por algum som específico (BISTAFA, 2011; CARVALHO, 2006).

A perda total da capacidade auditiva, ou “alteração permanente do limiar” ocorre quando a cóclea ou o nervo auditivo se lesionam permanentemente, podendo esta ser de modo repentino ou gradual. As causas de modo repentino perpassam por traumas acústicos, a exemplo dos sons produzidos por tiros e explosões, já entre as causas graduais, tem-se a surdez induzida por ruídos ocorrida através da sensibilização prolongada do ouvido humano a níveis elevados de pressão sonora.

A perda de audição temporária, também denominada de “alteração temporária do limiar”, caracteriza-se pela posterior recuperação da audição normal diante de uma exposição a um ruído intenso. No processo interno deste tipo de perda as células ciliadas¹ se recuperam naturalmente, readquirindo assim suas funções normais.

Bistafa (2011) e Kim et al. (2012) mencionam ainda a existência de efeitos não-auditivos do corpo ao ruído, ou seja, aqueles não desencadeados no sistema auditivo, e de cunho fisiológico, psicológico e comportamentais, por exemplo, os que adentram na função cardiovascular através da alteração dos batimentos cardíacos, provocando adicionalmente distúrbios respiratórios, perturbação e alterações na saúde física e mental, tensões musculares com a intenção de ativar alguma forma de proteção, falta de concentração, a baixa da produtividade, comprometimento das atividades de lazer, e alteração no diâmetro dos vasos sanguíneos, particularmente daqueles próximos da superfície da pele.

Em complemento, a OMS (2018) relata outros reflexos gerados pelos elevados níveis de ruído: hipertensão (em virtude das variações da pressão sanguínea), acidente vascular encefálico, alteração da pressão arterial infantil (mudança na pressão arterial sistólica e diastólica), irritabilidade, comprometimento cognitivo (dificuldade na leitura e

¹ Células especializadas localizadas na cóclea (BISTAFA, 2011).

compreensão oral), distúrbios de sono (despertares do sono, dificuldade no processo de adormecer) e zumbido no sistema auditivo.

É válido explicar que o incômodo ao ruído é uma condição detentora de subjetividade por parte dos indivíduos, podendo assim várias pessoas reagirem diferentemente a um mesmo som, o que consequentemente induz em mesmo grau a ocorrência ou não dos efeitos psicológicos citados nos parágrafos anteriores. O desagrado ou perturbação sentido por uma pessoa pode ser imperceptível para outra em um mesmo nível de pressão sonora.

Possíveis fatores não acústicos contidos na interferência ao incômodo do ruído listados pela Organização das Nações Unidas (ONU) (2018), dependendo do efeito de saúde sob investigação são: gênero, idade, nível de escolaridade, sensibilidade sonora subjetiva, extroversão/introversão, pontuação geral de estresse, comorbidade, duração de moradia na residência, duração da permanência em casa no dia, orientação da janela de um quarto ou sala de estar em direção à rua, avaliação pessoal a fonte, atitudes em relação à fonte de ruído, capacidade de enfrentamento em relação ao ruído, percepção de maleficência pelas autoridades responsáveis, índice de massa corporal e hábitos de fumar.

2.2. O RUÍDO URBANO

O ruído urbano é o ruído ambiental formado por todos os sons decorrentes das atividades cotidianas de uma sociedade dentro de sua cidade. Compõe-se, portanto, das fontes do tráfego terrestre e aéreo, máquinas, como aparelhos condicionadores de ar e serras elétricas, aparelhos de som, vozes, atividades recreativas, ruídos animais, e etc.

Dentro do ambiente sonoro na grande maioria das vezes o ruído de tráfego viário se torna mais proeminente em relação ao ruído de vizinhança ou da comunidade. De acordo com Bistafa (2011), Kim et al. (2012) e Mauriz e Forssén (2018) uma das principais fontes de ruído ambiental urbano é o tráfego (rodoviário, ferroviário, aéreo), seja ele fluindo livremente ou sujeito a congestionamentos, chegando a ser responsável por cerca de 80% das perturbações sonoras (OMS *apud* Oliveira et al., 2017).

Diante da necessidade de se condicionar os níveis de ruído urbano, ferramentas com critérios foram desenvolvidas tendo em vista a sua normalização. A tabela 1 apresenta segundo a NBR 10.151 (2000) o nível de critério de avaliação de níveis de ruído em ambientes externos de acordo com o tipo de área em avaliação e turno do dia.

Tabela 1 - Nível de critério de avaliação para ambientes externos, em dB(A).

Tipo de áreas	Diurno	Noturno
Sítios e fazendas	40	35
Estritamente residencial urbana ou de hospitais ou de escolas	50	45
Mista, predominantemente residencial	55	50
Mista, com vocação comercial e administrativa	60	55
Mista, com vocação recreacional	65	55
Predominantemente industrial	70	60

Fonte: NBR 10.151 (ABNT, 2000).

É válido mencionar que existem ainda várias outras legislações como, a nível internacional a *International Organization for Standardization (ISO) 1996 Acoustics: Description and measurement of environmental noise*, nacional como as resoluções do Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA) nº. 01, de 8 de março de 1990, que dispõe sobre critérios de padrões de emissão de ruídos, e municipal como a Lei Complementar de Controle Urbanístico nº 7.990/2000 que trata sobre as diretrizes de controle de emissão de ruídos e combate a poluição sonora, desenvolvidas em virtude da preocupação ao controle sonoro e organização e padronização dos meios de análise e também das atividades geradores de ruído, tanto em ambiente urbano quanto em ambiente interno das edificações.

2.3. QUALIDADE DO AR

O ar é um elemento fundamental para a vida no planeta Terra, e é uma mistura de gases, partículas e microrganismos que compõe a camada gasosa envolvente da superfície terrestre, a atmosfera. O ar atmosférico é um gás poliatômico (BISTAFA, 2011) e a sua composição seca e em estado não poluído é formada por aproximadamente 78% de nitrogênio, 21% de oxigênio, e 1% de vários outros gases, incluindo 0,03% de dióxido de carbono (BRIMBLECOMBE, 1996).

Naturalmente, a dinâmica química atmosférica funciona de modo cíclico, em virtude de seus componentes serem produzidos constantemente, liberados e absorvidos por fontes no planeta. Apesar de haver uma adição natural contínua de compostos na atmosfera, a sua constituição global se mantém relativamente estável, devido a existência de sumidouros que removem os gases da atmosfera e atuam para equilibrar a entrada e a

saída destes. Este panorama mantém a atmosfera em um estado estacionário e sua composição em uma constância aparente.

Os elementos presentes na atmosfera possuem tempo de permanência diferenciado, de acordo com a sua logística formada pela natureza. O nitrogênio permanece por um longo período na atmosfera, estima-se um milhão de anos, o oxigênio, mais reativo, tem uma residência de cerca de 5000 anos, já o dióxido de carbono e a água têm tempos de residência muito mais curtos de 4 anos e dez dias, respectivamente (BRIMBLECOMBE, 1996).

2.3.1. Efeito estufa

O efeito estufa é um fenômeno natural efetivado por vários gases (ALLESSI, 2011), sendo atualmente muito discutido dada a sua importância e a sua relação com a constituição atmosférica. A sua ocorrência é um dos fatores responsáveis pela existência de vida na Terra, pois o processo tem propiciado que a temperatura média terrestre se encontre no intervalo aproximado entre -17°C e 15°C , e evitado a existência de somente temperaturas negativas e a sua superfície permanentemente coberta por gelo (ALLESSI, 2011). De acordo com Lyman (1990) *apud* Bessa (2010) a vida não poderia ter se desenvolvido se não houvesse água no estado líquido.

O efeito estufa gera um aumento na temperatura próxima a superfície terrestre e advém quando esta, ao se aquecer por receber radiação do sol e posteriormente emitir energia para o ar em comprimentos de onda mais longos, denominada radiação infravermelha (Bessa, 2010), recebe de volta a irradiação da energia que foi absorvida pelos diferentes gases presentes na atmosfera, particularmente na troposfera. Os gases da atmosfera que fazem parte do efeito estufa são: dióxido de carbono (CO_2), metano (CH_4), óxido nitroso (N_2O), vapor de água (H_2O), ozônio (O_3) e os compostos de clorofluorcarbono (CFC) (MACHADO, 2005; ABBAS, 2014).

Atualmente as atividades humanas nas cidades e no mundo modificaram e ainda modificam o meio ambiente, podendo também produzir os gases de efeito estufa, denominados antropogênicos. As práticas intensivas agrícolas, os desmatamentos, a industrialização e a queima de combustíveis fósseis são exemplos de atividades que proporcionaram o aumento as concentrações de gases de efeito estufa na atmosfera desde a era industrial, a partir da década de 1750 (ONU, 2017). Os transportes, assim como ocorre com a paisagem sonora, são a maior fonte contribuinte para alteração da qualidade

do ar no ambiente urbano e emissores de gases de efeito estufa (OLIVEIRA et al., 2017; ABBAS, 2014). O Ministério do Meio Ambiente Brasileiro publicou em 2011 (*apud* CARVALHO, 2013) que os veículos são as principais causas de emissão de monóxido de carbono (CO) e CO₂, bem como das emissões anuais de outros poluentes derivados da combustão automotiva consideradas de interferência local como material particulado² (PM), dióxido de enxofre e chumbo.

O aumento da quantidade natural dos gases presentes no ar resulta consequentemente em desequilíbrios no efeito estufa e em seus efeitos, bem como gera reações em cadeia negativas em todos os fenômenos e ecossistemas terrestres dependentes diretamente ou indiretamente dele. O dióxido de carbono é o gás mais mencionado em relação ao tratamento do cenário devido ser o mais emitido através da queima de combustíveis fósseis, desmatamentos e queimadas, embora outros gases estufas como o gás metano e o óxido nitroso apresentarem potencial de aquecimento maior, 23 vezes o CO₂ e 296 vezes, respectivamente (ABBAS, 2014), e conectado a isso também é associado aos desastres climáticos em todo o globo, pois a sua externalidade ocorre de modo global e não local como a maioria dos outros poluentes queimados na combustão fóssil (*INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE (IPCC)*, 2007 *apud* ABBAS, 2014).

De acordo com exposto, estudos como IPCC (2007) e os autores Schipper e Pelling (2006) *apud* Abbas (2014) delatam as possibilidades de que as emissões antropogênicas estariam proporcionando ao mundo um aumento na temperatura média global. Em projeção, esse aumento estaria entre 1,4 e 5,8 °C em 80 anos, repassando maior aquecimento as áreas terrestres do que os oceanos e elevação no nível do mar entre 9,0 e 88,0 centímetros (MACHADO, 2005). Em decorrência dessas alterações, mudanças climáticas estão previstas, como maiores incidências de temporais intercalados por anos de seca prolongada (MACHADO, 2005), transformações no regime de precipitações e, por conseguinte, alterações na frequência e dimensão de enchentes e ciclones extratropicais (ABBAS, 2014).

O aquecimento gerado pelo desequilíbrio dos gases de efeito estufa, portanto, promoverá efeitos climáticos desastrosos, significando essas modificações no clima o problema ambiental mais crítico e complexo a ser confrontado pela humanidade ao longo deste século (ABBAS, 2014). Ainda nesse sentido, segundo o Ministério de Ciência e

² Material particulado são partículas muito finas de sólidos ou líquidos em suspensão no ar. Suas dimensões podem variar de 20 µm até 0,5 µm.

Tecnologia (2000) *apud* Bessa (2010) destaca que qualquer fator que interfira na dinâmica natural de formação dos climas, ou seja, no fenômeno pertencente ao efeito estufa, no remanejamento de energia dentro da atmosfera e entre a mesma, as extensões terrestres e os oceanos pode afetar o clima.

A comunidade científica e os agentes públicos vem delineando, estudando e aplicando cada vez mais medidas mitigadoras e programas de incentivos para a redução das emissões de poluentes (ABBAS, 2014). A necessidade de se traçar medidas efetivas de diminuição das emissões de poluentes e de mitigação dos efeitos do aquecimento global desencadearam vários acordos de cooperação internacional para a redução dos gases de efeito estufa, como por exemplo, a cúpula da Rio +20 em 2012, o acordo de Copenhague em 2009 e o Protocolo de Kyoto.

2.3.2. O dióxido de carbono

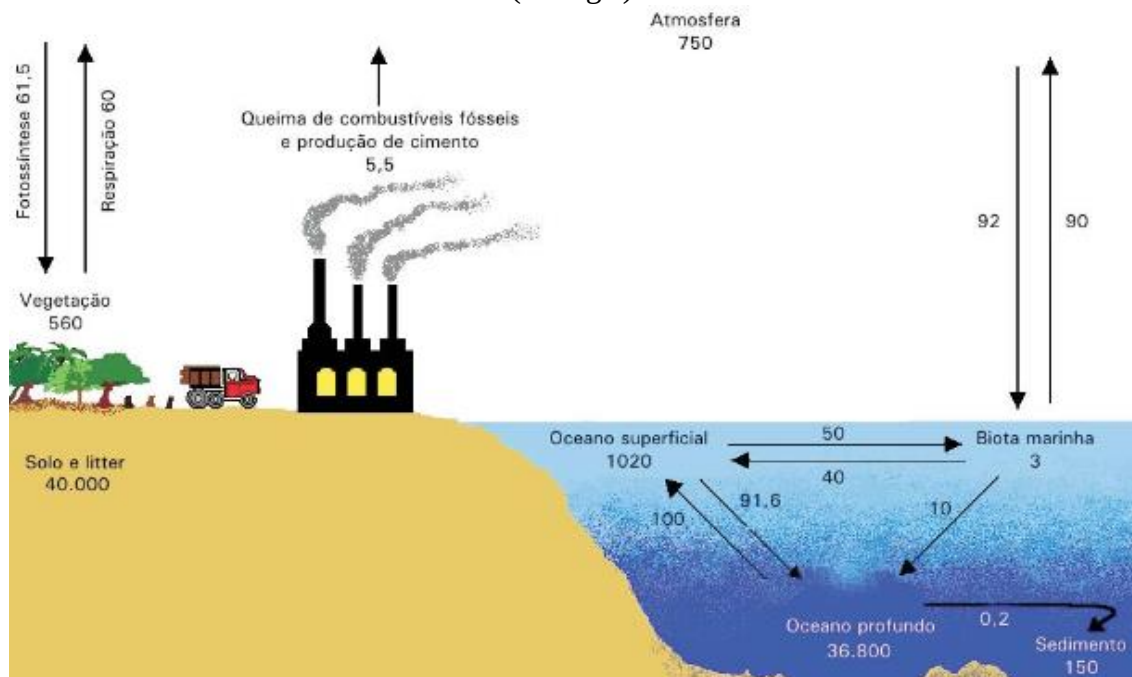
O dióxido de carbono, também conhecido como gás carbônico ou anidrido carbônico, possui estrutura formada pela ligação entre um átomo de carbono e dois átomos de oxigênio, ou seja, sua fórmula química é CO_2 . O dióxido de carbono em condições normais de temperatura e pressão (CNTP) é um composto químico gasoso, de difícil detecção por não ter cheiro ou sabor, não é inflamável e nem tóxico, é mais denso do que o ar (LEAL, 2012) e, é a forma como o elemento carbono (C) se apresenta em volume na atmosfera.

O carbono é o quarto elemento químico mais abundante da Terra, constituindo aproximadamente 0,2% da crosta terrestre (HAMPEL e HAWLEY *apud* ALLESSI, 2011). Encontra-se presente através da forma orgânica e da inorgânica, em seres vivos e seres mortos não decompostos e, nas rochas, sedimentos da crosta terrestre e na atmosfera, respectivamente. Houghton (1997) *apud* Bessa (2010) e Aduan (2004) afirmam que o carbono é transferido naturalmente através do dióxido de carbono entre os reservatórios naturais, entre a atmosfera e os continentes e entre a atmosfera e o oceano, por um processo conhecido como ciclo do carbono, do qual participam, animais, vegetais e microrganismos.

A superfície da terra contém aproximadamente cem quatrilhões de toneladas de carbono, sendo a maior parte contida em rochas sedimentares como carbonato e compostos orgânicos (ADUAN, 2004). Os outros maiores compartimentos de carbono na terra estão presentes no oceano (38.000 PgC) e nos solos dos continentes (40.000 PgC).

Para a atmosfera se estima aproximadamente 750 PgC e para a cobertura vegetal 560 PgC. O estoque referente a cobertura vegetal apesar de ser pequeno, é o que possui um fluxo de carbono mais intenso dentro do ciclo global como se pode visualizar na figura 1.

Figura 1 - Principais estoques globais de carbono e fluxos anuais do ciclo do carbono (em PgC).



Fonte: Aduan et al., 2004.

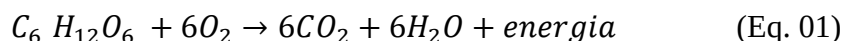
O ciclo do carbono é composto por vários processos de direções e intensidades diferenciadas de ordem físico-químico e biótico (ADUAN et. al, 2003), através do qual o carbono se movimenta entre a atmosfera, a litosfera, a hidrosfera e a biosfera. Este ciclo compõe-se de duas classificações, o ciclo geológico e o ciclo biológico.

O ciclo geológico ocorre em escala geológica, ou seja, em milhões de anos, por isso é conhecido como um ciclo lento. A maioria do carbono terrestre se encontra na litosfera, na forma de carbono inorgânico em rochas sedimentares ou como carbono orgânico nos depósitos de combustíveis fósseis. O ciclo relacionado as rochas sedimentares por exemplo derivam do seguinte processo: o dióxido de carbono presente na atmosfera se combina com a água das chuvas e forma o ácido carbônico, que posteriormente reage com o cálcio e magnésio existente na crosta terrestre para formar os carbonatos. Estes últimos por sua vez são transportados para os oceanos através do processo da lixiviação, onde se acumulam diretamente em camadas em seu leito ou somente após a o depósito de organismos marinhos mortos que absorveram o composto.

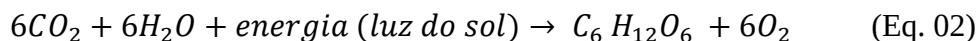
Por fim, o ciclo completa-se quando as rochas sedimentares formadas na etapa anterior sofrem com um processo de grandes pressões e temperaturas, derretem-se e reagem com outros minerais, liberando assim CO_2 novamente para a atmosfera.

O ciclo biológico do carbono é mais rápido se comparado ao ciclo geológico, pois é estimado que a cada vinte anos ocorra a renovação do carbono atmosférico. Ocorre no ambiente terrestre, atmosférico e oceânico e se relacionam ao ciclo através das plantas e animais através da fotossíntese e da respiração. A fotossíntese é um processo realizado por seres fotossintetizantes, plantas terrestres e fitoplânctons oceânicos, os quais ao absorverem energia solar e CO_2 atmosférico, produzem oxigênio e hidratos de carbono, que são açúcares como a glicose para o seu crescimento. No processo pertinente a respiração, animais, plantas e microrganismos ao consumirem os hidratos de carbono e o oxigênio liberam CO_2 , água e energia.

Equação da respiração:

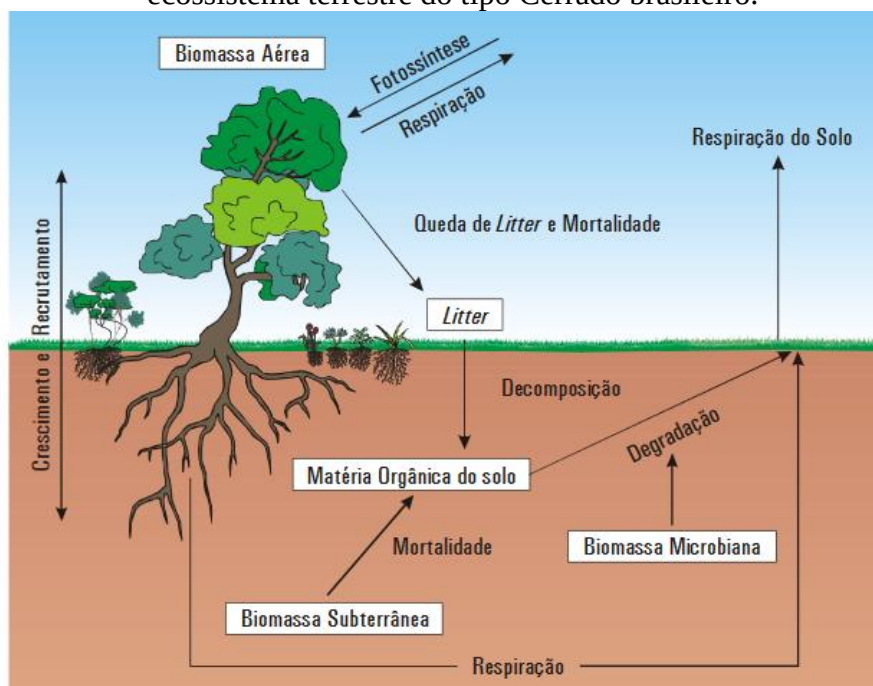


Equação da fotossíntese:



Os principais estoques de carbono de um ecossistema terrestre e os principais fluxos de carbono entre os seus elementos, são mostrados na figura a seguir.

Figura 2 - Ilustração dos principais estoques e fluxos do ciclo de carbono em um ecossistema terrestre do tipo Cerrado brasileiro.



Fonte: Aduan et. al., 2003.

O CO_2 é o gás de efeito estufa mais importante segundo a Organização das Nações Unidas (2017), portanto desempenha uma função imprescindível na regulação da temperatura da Terra. A sua permanência na atmosfera varia de acordo com os diferentes graus de absorções pelos diversos processos realizados pelos sumidouros, ecossistemas que retiram os gases de efeito estufa da atmosfera e os armazenam por um determinado tempo. O processo mais rápido é a absorção realizada pela vegetação e pela camada superficial dos oceanos, que ocorre ao longo de alguns anos (BESSA, 2010).

É um dos compostos principais para a fotossíntese, e este por sua vez é o fundamental meio de ingresso do carbono nos ecossistemas (ADUAN et al., 2003). A fotossíntese, por ser um processo de transformação da energia solar em alimento, é, portanto, um gás essencial para a vida no planeta. Dentre as fontes de produção do CO_2 pode-se citar (LEAL, 2012):

- A sua exalação para a atmosfera a partir do processo de respiração durante o metabolismo dos organismos vivos como a vegetação, animais, seres humanos, e etc.;
- Decomposição de seres vivos e materiais;
- Produto da transformação parcial de carboidratos para obtenção de álcool;
- Erupções vulcânicas;
- Atividades industriais (por exemplo, por ser um gás liberado na produção de cimento);
- Queima de combustíveis fósseis (gás de usina de energia e outros derivados do petróleo);
- Queima de materiais combustíveis como os presentes nos desmatamentos, queimadas, casca de coco, e outros;
- Subproduto dos processos de forno de cal e da síntese de amônia.

E acerca de suas aplicabilidades tem-se como exemplo (LEAL, 2012):

- Em extintores de incêndio;
- Aplicação em bebidas para efervescência de refrigerantes e água;
- Anestesia em pequenos animais;
- Solvente considerado sustentável devido não ser tóxico em pequenas quantidades, não inflamável e sem odor;
- Soldagem e produção de compostos químicos, inclusive fertilizantes, borrachas vulcanizadas, espumas de poliuretano e outros;

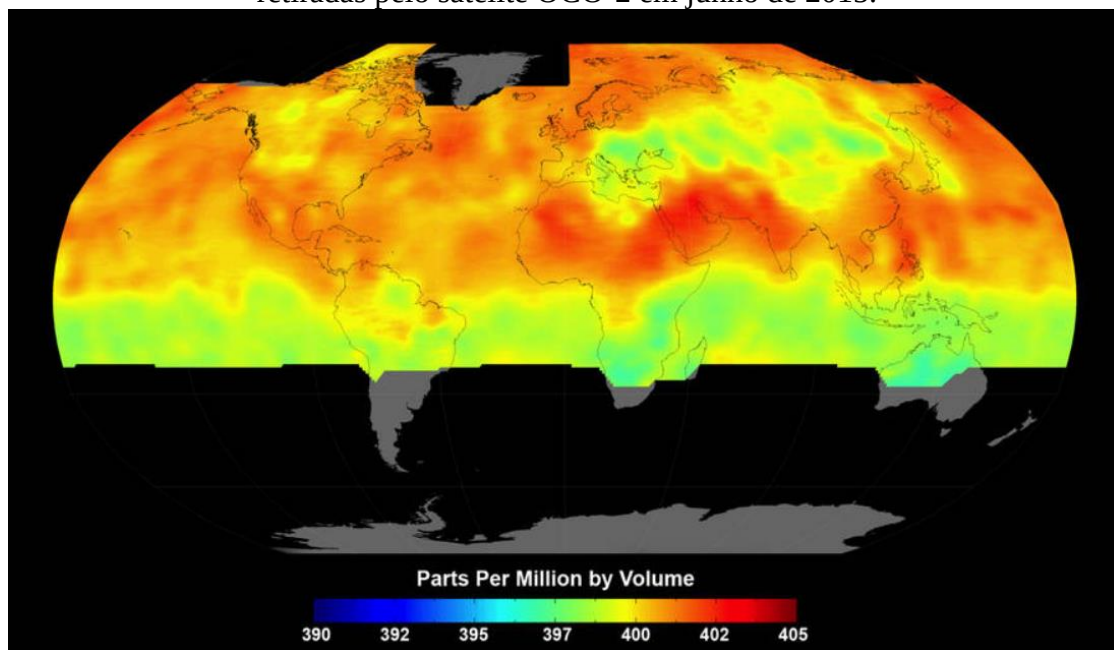
- Soldagem e produção de compostos químicos, inclusive fertilizantes, borrachas vulcanizadas, espumas de poliuretano e outros;
- Processos de refrigeração.

A trajetória humana e sua relação com a produção de CO₂ vem desde o início dos primeiros ancestrais na Terra quando estes introduziram alterações na natureza para sua sobrevivência (BRAGA et al., 2001). A taxa da concentração do gás antropogênico dobrou desde a Revolução Industrial até os dias atuais em comparação ao período Holoceno, 10.000 anos atrás (MACHADO, 2005). O rápido aumento e as altas concentrações de gás carbônico na atmosfera vieram a se iniciar somente com a Revolução Industrial no final do século XVIII (FALKOWSKI et al., 2000) na Inglaterra devido a utilização de grandes demandas de carvão mineral e petróleo como fontes de energia, e desde então, só vem aumentando.

Segundo Mertz *et al.* (2007) *apud* BESSA (2010) o maior crescimento nas emissões de CO₂ atuais se deve aos setores de geração de energia e transporte rodoviário, permanecendo os setores industrial, habitacional e de serviços próximo dos mesmos níveis entre os anos de 1970 e 2004 (BESSA, 2010). A conversão do uso da terra através da execução de desmatamentos e queimadas para a instalação de grandes áreas de agricultura em detrimento da conservação de florestas também entram como contribuintes desse cenário, pois afetam diretamente os estoques e reservatórios naturais de carbono e, ao mesmo tempo, os sumidouros e os sequestradores de carbono (BRAGA et al., 2001).

O relatório da Organização Meteorológica Mundial (OMM) notifica que as concentrações de dióxido de carbono atmosférico já possuíram um crescimento grande para o período de um ano, pois houve o aumento de 400 partes por milhão em 2015 para 403.3 partes por milhão em 2016, o que em contrapartida, antes da era industrial, um aumento de 10 ppm levou entre 100 e 200 anos para acontecer (ONU, 2017). A figura 3 apresenta imagens do satélite *Orbiting Carbon Observatory-2* (OCO-2) lançado pela *National Aeronautics and Space Administration* (NASA) em 2014 para medir especificamente o dióxido de carbono atmosférico em escalas regionais. As maiores concentrações estão representadas pela cor vermelha e as menores pelas cores amarelas e verdes.

Figura 3 - Imagem global das concentrações de dióxido de carbono atmosférico retiradas pelo satélite OCO-2 em junho de 2015.



Fonte: Site da NASA (nasa.gov/feature/jpl/).

Falkowski et al. (2000) chama a atenção para o fato de que embora os processos naturais do ciclo do carbono realizados pelos oceanos, ecossistemas terrestres e atmosfera diminuam a taxa de CO₂ atmosférico, não existe a possibilidade de estes mitigarem naturalmente todo o CO₂ antrópico no próximo século, e como resultado, mudanças negativas serão visualizadas. O aquecimento diminui a solubilidade do CO₂, e por consequência a captação de CO₂ pelos oceanos irá se reduzir e as dinâmicas no interior dos oceanos também se transformará, bem como temperaturas maiores e transformações nos regimes de perturbação e umidade do solo trará considerável insegurança sobre a capacidade de os ecossistemas terrestres amortecerem o aumento de CO₂ nas próximas décadas.

Diante do exposto, o que preocupa não é a presença de gás carbônico na atmosfera, pois o mesmo tem o seu papel primordial na natureza, mas sim a sua alta concentração e acúmulo contínuo, devido ao seu papel de grande contribuidor para o aquecimento global e gerador de efeitos à saúde. A sociedade, por meio de diversas instituições de pesquisa públicas e privadas, tem cada vez mais delatado o fenômeno através de estudos e, simultaneamente desenvolvendo tecnologias para mitigar as concentrações do elemento na atmosfera. Dentre essas tecnologias tem-se: separação e captura de CO₂ a partir de sistemas energéticos e o sequestro de carbono nos oceanos, ecossistemas terrestres e formações geológicas (MACHADO, 2005).

As considerações anteriores a nível global condicionam os comportamentos e ampliam a visão da caracterização do gás carbônico para uma escala maior, a terrestre. Porém partindo-se das premissas de que o gás é o principal emitido na queima de combustíveis fósseis (BESSA, 2010) que por sua vez é a principal atividade antrópica responsável pela sua emissão (ADUAN, 2004) é valido reduzir o campo de análise e mencionar a relação deste com o ambiente urbano. Costa (1999) *apud* Machado et al. (2015) diz que a nível local o CO₂ serve para auxiliar na análise da qualidade do ar e avaliar a taxa de ventilação, partindo-se do pressuposto de que se há o seu acúmulo então outros poluentes também estão se acumulando no local.

2.3.3. Poluição e a saúde humana

As atividades humanas na Terra têm produzido cada vez mais poluentes atmosféricos em quantidade significativa e sem prudência com o passar dos anos em prol de um discurso de modernização dos processos e busca do bem-estar cotidiano da população. A introdução de alterações na constituição natural do ar que se respira é um ato extremamente maléfico, pois muitos seres vivos não podem sobreviver sem o processo da respiração e ecossistemas inteiros dependem deste elemento para funcionar. Dentre esses seres vivos, o próprio homem é um exemplo, porém em contrapartida, o mesmo acabou se apresentando também como agente poluidor do ar ambiental o qual tanto depende, característica contraditória e deteriorativa do bem-estar almejado.

Dos efeitos para a corpo humano decorrente da interação entre a sociedade e a poluição atmosférica pode-se mencionar o surgimento de doenças respiratórias e cardiovasculares, bronquite, desconforto torácico e limitação funcional (GURJAR et al., 2010; LANDRIGAN, 2017; CONFORTI et al., 2018). Por conseguinte, estes sintomas desencadeiam maior utilização de medicamentos e aumento do uso de serviços hospitalares, bem como um grande prejuízo para a economia por conta dos gastos com saúde pública. Nesse sentido, uma nota preocupante diz respeito que estudos demonstraram ainda encontrar efeitos graves sobre a saúde mesmo quando alguns poluentes atmosféricos, partículas totais, dióxido de enxofre, monóxido de carbono, dióxido de nitrogênio, ozônio e chumbo, indicados por órgãos como *Environmental Protection Agency* (EPA) dos Estados Unidos e a OMS, estão dentro dos padrões de segurança (BRAGA et al., 2001; GURJAR et al., 2010).

O problema da poluição do ar no meio urbano afeta tanto os países de baixa, quanto os de média e alta renda e é um grande risco ambiental para a saúde. Segundo a Organização Mundial da Saúde (2018) ao se diminuir os níveis de poluição do ar, os governos podem reduzir paralelamente a carga de doenças causadas por derrames, doenças cardíacas e doenças respiratórias crônicas e agudas, incluindo a asma.

Em todo o mundo, a poluição do ar matou no ano de 2015 6,4 milhões de pessoas, das quais 2,88 milhões devido aos poluentes domésticos e 4,2 milhões devido aos poluentes atmosféricos (LANDRIGAN, 2017). O mesmo pesquisador ainda relata que o ar poluído é um fator de risco para transtornos do neurodesenvolvimento em crianças e doenças neurodegenerativas em adultos. Estudos associativos a este tipo de poluição sugerem também que pode ser desenvolvido no corpo feminino distúrbios hipertensivos durante a gravidez, como hipertensão gestacional, pré-eclâmpsia e eclâmpsia (HU et al., 2014), assim como estresse oxidativo, efeito genotóxico, e até promover a infertilidade feminina (CONFORTI et al., 2018).

O câncer também é uma doença associada a poluição do ar de acordo com a Agência Internacional de Pesquisa sobre o Câncer da OMS, sendo o componente particulado da poluição do ar o mais coligado ao aumento da incidência de câncer no trato urinário e principalmente câncer no pulmão. Em 2016, aferiu-se em relação aos óbitos referidos à poluição atmosférica que cerca de 58% destes prematuros aconteceram devido a doenças cardíacas isquêmicas e derrames, 18% foram devido a doença pulmonar obstrutiva crônica e infecções respiratórias agudas inferiores, e 6% ao câncer de pulmão (OMS, 2018).

As transformações ambientais, sanitárias e sobre a saúde ocasionadas pela exposição aos poluentes atmosféricos, assim como ocorre com o ruído, dependem do tempo de exposição no ambiente e dos níveis de concentração do agente (OLIVEIRA et al., 2017).

O aumento de concentrações de CO₂ promoverá diversos efeitos sobre a saúde humana, e em última escala, sérias reduções populacionais a longo prazo. O dióxido de carbono se inalado em grande quantidade pode provocar irritações nas vias aéreas, vômitos, náuseas, morte por asfixia e impactos no desempenho cognitivo (GALL et al., 2016). Ambientes fechados proporcionam maiores valores de concentração de CO₂ em comparação a ambientes externos e urbanos devido às limitações espaciais ofertadas pelas edificações em relação a renovação do ar no interior de seus ambientes, a falta de informação e de dispositivos para promoção de tal ação, estão entre os principais entraves.

Efeitos ao corpo humano pela exposição a valores entre 10.000 ppm a 30.000 ppm possibilitam desequilíbrios eletrolíticos, alterações metabólicas e implicações não narcóticas do sistema nervoso central (GALL et al., 2016). Em uma pesquisa realizada por Allen et al. (2016) *apud* Gall et al. (2016) expondo 24 participantes a um período de 8 h diários em concentrações controladas de CO₂ em ambiente fechado, foi visualizado que a função cognitiva caía 15% e 50% para os dias com 945 ppm e 1400 ppm respectivamente, em comparação com os dias de exposição a 550 ppm.

Nesse sentido, tendo em vista a proteção contra consequências diretas e adversas para a saúde foram delimitados padrões acerca da exposição humana ao componente na média de oito horas diárias, período considerado para um dia de trabalho em ambiente fechado. Nos Estados Unidos esse padrão foi limitado a exposição ocupacional a um máximo de 5.000 ppm (*U.S. DEPARTMENT OF LABOR apud* GALL et al., 2016) e, no Brasil através na NR 15 de 2011 que trata sobre “Atividades e operações insalubres” o limite de tolerância indicado para o trabalhador é de 3.900 ppm no período estipulado de até 48 horas por semana.

De acordo com a NASA (1971) *apud* Robertson (2001) alterações significativas nos padrões corporais de cálcio e fósforo, levando à degradação óssea e à deposição de cálcio nos tecidos corporais pode ocorrer se houver inalação do gás em demasia. Adentrando na escala global, se de fato houver a concretização da projeção de que a concentração de dióxido de carbono atmosférico atingirá o dobro da concentração atual até 2050, ou seja, 720 ppm, o pH do sangue humano entrará em estado de acidose, ocasionando inquietação, hipertensão leve, sonolência, confusão mental e desenvolvimento de fraquezas na estrutura óssea do corpo, o que tornará o homem incapaz de realizar atividades físicas (ROBERTSON, 2001).

2.4. ELEMENTOS URBANOS

Os variados elementos urbanos construídos, vias e edificações, ou naturais, vegetação e clima, presentes no interior das cidades interferem na disposição das atividades humanas em seu espaço e também nos próprios efeitos produzidos por essas atividades, como é o caso das poluições atmosférica e sonora. Serão abordados neste tópico de modo separado estes elementos e suas caracterizações.

2.4.1. Desenho urbano

Práticas prejudiciais de planejamento e desenvolvimento urbano das cidades focadas em delinear a cidade sob veios de praticidade e interesses de mercado tem repercutido na formação de características urbanas que transformam profundamente a paisagem e os fenômenos naturais locais, contribuindo para a concentração de poluentes, ruídos e calor por exemplo, caso de muitas regiões mundiais como Hong Kong e também nacionais como a cidade de São Paulo no Brasil. Para Romero (1988) o desenho urbano reflete no desequilíbrio do meio, do conforto e da salubridade das populações urbanas devido se desenvolver sem levar em conta os impactos que provoca no ambiente.

Uma elevada densidade edificada e áreas abertas pavimentadas e impermeáveis são atributos fundamentais de ocupação do solo em uma cidade (ROMERO, 2011). Maiores densidades de construção e ocupação do solo, constituem maiores atividades antrópicas, deste modo, por consequência decorrerá maior captação, armazenamento e difusão da radiação solar através dos materiais urbanos, maior produção de calor antropogênico, diminuição da umidade do ar devido à pavimentação do solo, a redução, barreira e reorientação dos ventos e de sua velocidade originada pela rugosidade das superfícies e barreiras, geração e propagação de ruídos, retenção de poluentes atmosféricos ou dificuldades de dispersão dos mesmos, e entre outros efeitos.

A forma urbana é um meio físico construído que foi formado por um conjunto de objetos arquitetônicos unidos entre si pelas relações espaciais (LAMAS, 1974), que derivaram das relações sociais e históricas entre as morfologias da massa edificada e dos espaços exteriores de permanência e circulação, e por sua vez entre essas morfologias e a morfologia do solo e da paisagem (OLIVEIRA, 1987 *apud* MOURA, 2012). Contemplam dentro dessas morfologias as massas construídas, as formas, dimensões e localizações das vias urbanas, praças públicas, áreas verdes, lagos e canais, e os espaços vazios. Estes componentes constroem a dinâmica dos espaços urbanos e influenciam em um microclima característico local, temperatura e umidade relativa, e conforme o seu ordenamento no território, podem produzir amenidades no ambiente e promover a sua qualidade, através por exemplo da formação de sombreamento no entorno por um edifício e favorecimento da ventilação (ROMERO, 2015). Há ainda outros elementos inseridos na morfologia urbana que conjuntamente a influenciam como os mobiliários urbanos e os monumentos e outras subdivisões relacionadas as massas edificadas como o sítio, o lote, a fachada, a quadra e a calçada (VILLAS BOAS, 1985 *apud* MOURA, 2012).

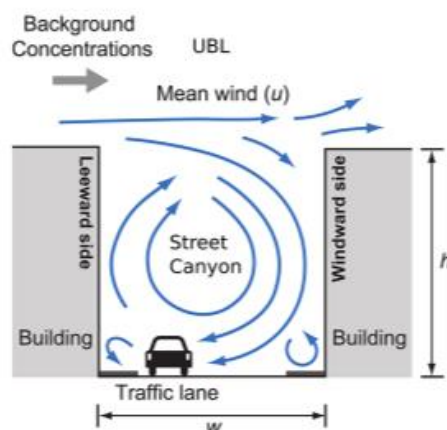
Formas urbanas próprias de áreas históricas possuem vias estreitas, redes rodoviárias complexas e maior densidade de interseções, promovendo e elas menores

volumes de tráfego e, portanto, de poluição sonora. Porém, efeitos de cânion de rua maiores nessas áreas urbanas históricas tendem a possibilitar maiores concentrações poluentes (TANG e WANG, 2007).

Os cânions urbanos são configurações formadas de um modo geral por um enfileiramento de edificações de alto gabarito em ambos os lados de uma via, caracterizados por registrarem concentrações elevadas de poluentes e de ruídos, em virtude da baixa circulação dos ventos (RAKOWSKA, 2014) das reflexões sobre as edificações (VILLAS BOAS, 1985 *apud* MOURA, 2012), respectivamente. A geometria do cânion, intensidade e mistura do tráfego e meteorologia ambiental, são variáveis que propiciam diferentes concentrações de poluentes no interior de um cânion (RAKOWSKA, 2014).

Santamouris (2001) *apud* Romero (2011) e Romero (2015) identificam diferenças significativas em relação ao fator de orientação das paredes de um cânion e a velocidade dos ventos. Se o fluxo de ar for perpendicular ao eixo do cânion, há a formação de vórtices³ (ver figura 4) e se estabelecem áreas protegidas do vento entre os edifícios, e se o fluxo fora do cânion for paralelo ao eixo do cânion e com velocidade acima de 4 m/s, o fluxo de escoamento dentro do cânion se daria na mesma direção e fluiria com maior facilidade, mas com um pequeno efeito de atraso em virtude das fricções com os edifícios.

Figura 4 - Vórtices formados devido ao fluxo de vento estar perpendicular ao cânion.



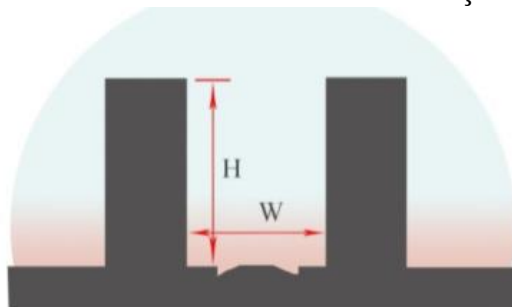
Fonte: Pugh, 2012.

A caracterização da geometria entre edifícios e a via se dá através da relação W/H (ver figura 5), onde “W” diz respeito a largura da via e “H” a altura do edifício. Romero

³ Movimento de escoamento intenso e giratório de um fluido o qual possui as suas linhas de fluxo com padrão circular ou espiral semelhante a um redemoinho em torno de um centro de rotação.

(2011) utiliza para estudos sobre o fenômeno da ilha de calor, por indicar o grau de exposição ao sol das superfícies para o processo de aquecimento entre os edifícios e o solo e, Oke (1981) *apud* Nakata-Osaki et al. (2016) utiliza a relação largura/altura para caracterizar os cânions urbanos. Essa relação proporciona uma análise espacial de natureza tridimensional da cobertura urbana, permitindo uma interação entre edifícios e via, não os tratando como objetos isolados (NAKATA-OSAKI et al., 2016).

Figura 5 - Perfil vertical de cânion urbano e indicação da relação W/H.



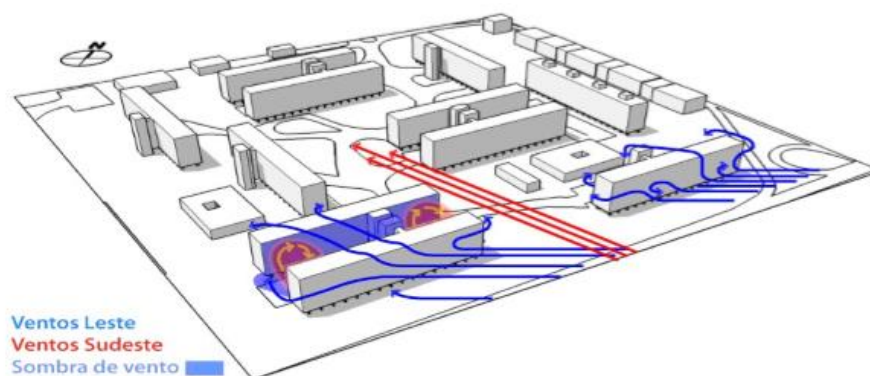
Fonte: Nakata-Osaki et al., 2016.

Romero (2011) menciona que a proporção W/H permite uma classificar o espaço urbano em “claustrofóbico”, “de recolhimento” e “expansivos” de acordo com a percepção encontrada. Áreas de densidade alta, os espaços claustrofóbicos, irão apresentar proporções do tipo $W = 1/8H$, $W = 1/4H$ e $W = 1/2H$. Áreas de densidade média, os espaços de recolhimento, possuirão proporções do tipo $W = H$, $W = 2H$ e $W = 3H$. Por fim, áreas de densidade baixa, os espaços expansivos, terão proporções em que $W \geq 4H$.

A configuração e disposição do tecido e das massas edificadas pode vir a prejudicar o conforto ambiental, através da alteração na distribuição dos ventos (ver figuras 6 e 7), quantidade de área exposta a radiação solar e confinamento espacial dos ruídos urbanos gerados, por exemplo. A proximidade entre os prédios construídos pode prejudicar os ventos através da redução de sua velocidade e até obstruir a circulação total do ar e das brisas locais, também ocasionar o fenômeno da “sombra de vento”⁴, sobretudo entre os edifícios paralelos e de menor gabarito, bem como o ar aquecido pode vir a ficar estacionado entre o paralelismo das fachadas dos edifícios próximos e, as ondas sonoras sofrerem inúmeras reflexões permanecendo por mais tempo no local (ROMERO, 2015).

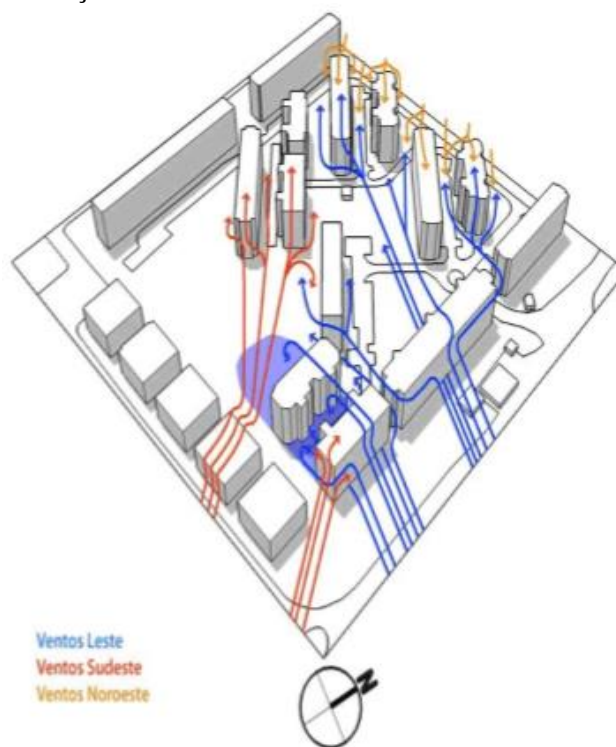
⁴ Fenômeno que há a minimização da ventilação em uma área após passar por uma barreira

Figura 6 - Distribuição de fluxos de ar, sombra de vento e vórtice em uma malha urbana.



Fonte: Romero, 2011.

Figura 7 - Distribuição dos fluxos dos ventos urbanos entre a massa edificada.



Fonte: Romero, 2011.

Portanto, diante do exposto, a forma urbana afeta diretamente o habitat, os ecossistemas, as espécies ameaçadas e a qualidade da água através do consumo, fragmentação e substituição da cobertura natural por superfícies impermeáveis. Na mesma medida, afeta o comportamento das viagens sob o uso dos seus traçados, o que, por sua vez, afeta a qualidade do ar, o clima global e o ruído. A distribuição da qualidade do ar e sonora em escala regional suscita estudos como o de Borrego et al. (2006) *apud* Tang e Wang (2007) que tem por viéses analisar concomitantemente tipologias de

distribuição das cidades com forte apelo quanto ao uso do solo, como a “cidade do corredor”, a “cidade dispersa” ou a “cidade compacta” devido a busca por tendências que decorram benefícios ambientais (ver subtópico 2.4.4).

2.4.2. Porosidade

Áreas com grande compacidade, onde existem muitas edificações de grande proximidade, promovem inter-reflexões e retenção de temperatura, e conjuntamente de ruído e poluição. Em relação a esta condição, a porosidade vem a ser a capacidade presente na malha urbana em maior ou menor escala de promover permeabilidade das grandezas que se movimentam na atmosfera, como os ventos e os ruídos. De acordo com Villas Boas (1985) *apud* Moura (2012) e Yuan e Ng (2012) é demonstrada através dos arranjos entre espaços abertos, classificados como vazios, e espaços confinados, classificados como cheios, da cidade e, por conseguinte, está relacionado ao seu parcelamento do solo e ao índice de ocupação.

O tratamento da porosidade no tecido urbano gera benefícios não somente em escala urbana, e sim também no interior dos edifícios, pois possibilita o acesso a ventilação natural de modo cruzado nos ambientes internos, porém somente se o posicionamento da abertura de entrada de ar estiver a favor dos ventos e sofrer pressão positiva e a abertura de saída de ar pressão negativa (ROMERO, 2011).

Romero (2011) explicita que espaçar os edifícios em torno de seis vezes a sua altura oferta maiores possibilidades de ventilação, sendo que, se o edifício estiver sobre pilotis desobstruídos a distância de espaçamento entre eles pode ser ainda menor. Em um cenário oposto, áreas com altas taxas de ocupação do solo, ou seja, densas, possuem a propensão a acumular mais ruídos em comparação com regiões mais dispersas (VILLAS BOAS, 1985 *apud* MOURA, 2012). Nesse sentido, áreas com maiores dispersões serão mais bem ventiladas, com melhores trocas térmicas, renovação do ar, em comparação com as pouco porosas.

A baixa porosidade propicia a estagnação do ar nos espaços urbanos, e, conseqüentemente da dispersão da poluição do ar. Yuan e Ng (2012) cita que algumas ações podem amortecer este efeito indesejável aos novos edifícios através da modificação de determinados índices de projeto, a exemplo do comprimento do edifício, distância às ruas adjuntas ou limite do local, largura do prédio e preocupação com espaçamentos do

edifício no lote visando a permeabilidade. Assim, é válida a combinação entre as estratégias de planejamento urbano e de design dos edifícios.

A orientação da malha das vias ao alinhar as ruas adequadamente e deixar espaços abertos que possam ser interligados é ao mesmo tempo importante, além de complementar os esforços de planejamento urbano com projetos de nível de construção. Organizar as ruas principais ao longo da direção predominante do vento e projetar lacunas e separações próximas aos níveis de pedestres são extremamente úteis para melhorar o espaço aéreo para o desempenho da ventilação natural urbana (YUAN e NG, 2012).

2.4.3. Dispositivos urbanos

Os dispositivos distribuídos ao longo da estrutura urbana para a sua organização, como as lombadas, rotatórias e sinais de trânsito, e algumas formas de gerenciamento de tráfego possuem importante papel acessório na contribuição para as poluições do ar e sonora devido as fortes influências exercidas no comportamento dos transportes e na emissão dos ruídos.

A interseção viária é um elemento de grande relevância no tráfego de veículos, principal fonte sonora e de emissões de poluentes nas cidades, pois interliga todas as vias existentes em uma malha urbana e possui um dinamismo próprio. Nos cruzamentos as interações de veículos são aumentadas, e principalmente nos congestionados, pois a medida que o fluxo de tráfego e as interações aumentam, a velocidade tende a diminuir. Os níveis de emissões são influenciados pelos padrões de aceleração e desaceleração dos veículos nessas interações, ou seja, a medida que os valores de aceleração aumentam, os níveis de potência sonora também aumentam e, dentro de uma interseção sinalizada, a fonte tende a se manifestar neste modo de difusão (ESTÉVEZ-MAURIZ e FORSSÉN, 2018).

As rotatórias são instrumentos de controle de tráfego onde a interseção viária comum com semáforo é substituída por projetos de formas circulares com a finalidade de reduzir o tempo de espera no trânsito. Estévez-Mauriz e Forssén (2018) analisaram interrupções de tráfego, efeitos de aceleração, configurações e fluxos de veículos nas duas tipologias de controle do tráfego e concluíram que os pontos de fonte com maiores valores se mostraram no cruzamento sinalizado, a qual a ação da aceleração dos veículos tem um grande efeito sobre essa resposta. Deste modo, a rotatória demonstrou o melhor desempenho para a maioria das análises estudadas e em virtude disso foi indicada pelos

autores como instrumentos de auxílio na questão ambiental pela menor emissão de ruídos e poluentes. É destacado também que o caráter comportamental dos motoristas pode influenciar para alterar os resultados encontrados, pois a principal diferença entre essas tipologias de interseções é baseada na capacidade dos motoristas de aceitar ou negar as lacunas na rotatória para movimentação e controle dos automóveis em comparação com o cruzamento sinalizado que se caracteriza por uma situação controlada por parada.

Rodegerdts (2010) *apud* Estévez-Mauriz e Forssén (2018) complementa defendendo que as rotatórias são ainda meios para diminuir o consumo de combustível e melhorar a qualidade do ar e do ruído através de uma diminuição dos ciclos de aceleração, bem como propiciam conjuntamente redução do tempo ocioso dos condutores.

Uma outra forma de se trabalhar os semáforos é através da coordenação e sincronização entre eles para produção das chamadas “ondas verdes”, ação esta indicada para as principais artérias por propiciar maior fluidez entre os veículos. Coensel et al. (2012) verificaram que as emissões dos poluentes atmosféricos poderiam ser entre 10% e 40% menores em uma onda verde, e os níveis de pressão sonora diminuiriam em até 1 dB (A) perto dos sinais de trânsito, mas aumentaram em até 1,5 dB (A) entre as interseções, dependendo do fluxo do tráfego e das configurações de temporização do sinal. Em complemento acerca da redução das grandezas quando da implementação da coordenação dos semáforos, Desarnaulds et al. (2004) *apud* Coensel et al. (2012) exibiram o nível de pressão sonora perto das interseções em até 2 dB (A) e, Unal *et al.* (2003) *apud* Coensel et al. (2012) apresentaram entre 10 e 20% das emissões de compostos hidrocarbonetos, NO e CO por unidade de distância.

Outras soluções de gerenciamento de tráfego podem ser citadas para contribuir com a qualidade do meio ambiente como a introdução e aplicação de limites variáveis de velocidade, instalação de pistas locais expressas ou pistas reversíveis, imposição de preços diferenciados ou otimização do tempo do sinal de trânsito (COENSEL et al., 2012).

Dirks et al. (2003) *apud* Coensel et al. (2012) relata que diferentes condições de fluxo devido a diferentes eventos modais no tráfego produz uma dinâmica de fluxo de veículos de tal modo que, em uma junção com muitas pistas, onde os movimentos contínuos de veículos em diferentes direções de entrada e saída, muitas vezes cria uma zona responsável pela recirculação de emissões de poluentes. O fluxo normal do vento nesta área pode então ser comumente impedido devido aos edifícios adjacentes e ao

movimento contínuo dos veículos, criando estruturas de vento complexas e uma mistura e recirculação de ar.

2.4.4. Usos do solo

Categorizar os espaços da cidade quanto ao seu uso do solo, significa classificar os lotes de modo a diferenciá-los segundo a sua destinação e atividades específicas, como residencial, comercial, serviços, religiosos e outros, de acordo com a Lei municipal nº7.401/88.

Estudos demonstram que os padrões de uso da terra nas áreas urbanas são indicados como fatores que contribuem para afetar e poluir a qualidade do ar, o clima e o ruído, pois tendem a concentrar a sociedade e as edificações de acordo com a sua classificação (TANG e WANG, 2007; KIM et al., 2012; BORREGO et al., 2006). As áreas de comércio e serviços associados ao horário comercial por exemplo, são as classificações das regiões onde mais se encontra esse cenário pelos autores.

As evidências de que a forma de uma cidade e a distribuição do uso da terra determinam a localização das fontes de emissão e o padrão do tráfego urbano, fez a *Environmental Protection Agency* (EPA) (2001) *apud* Borrego et al. (2006) realizar uma pesquisa baseada na aplicação de modelos regionais de padrões de desenvolvimento e estudos empíricos, concluindo que, um desenvolvimento compacto e de uso misto nas cidades poderia reduzir as viagens de veículos e a poluição do ar relacionada ao tráfego rodoviário.

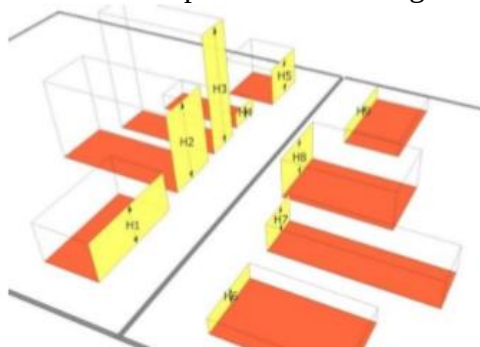
Os argumentos da conclusão dos estudos da EPA (2001) *apud* Borrego et al. (2006) e do próprio autor Borrego et al. (2006) ao aplicar estudo semelhante são de que estruturas urbanas mais dispersas com usos discretos da terra aumentam as distâncias entre os destinos e, conseqüentemente, as necessidades de viagens e as distâncias das viagens, direcionando a demanda de tráfego e suas emissões a principal distinção entre os resultados. De um modo geral, dentre as características apresentadas pelas configurações analisadas, a “cidade dispersa” é caracterizada por baixa densidade, grandes áreas e separação em zonas distintas para usos residenciais, comerciais ou industriais, com a conseqüente alta dependência de uso de carros, demonstrando as emissões mais baixas por área; a “cidade do corredor” é caracterizada pelo crescimento em corredores lineares com origem no centro da cidade, apoiada por infra-estrutura de transporte de alta qualidade (rodovias), possuindo as emissões mais altas; e a “cidade

compacta” usa menos área do que a cidade dispersa devido à alta densidade, com usos mistos da terra e funções complementares de habitação, compras e escritórios por exemplo, localizadas próximas umas das outras, permitindo a redução do comprimento da viagem e o número de viagens, portanto, acusando as taxas de emissão mais baixas por habitante.

2.4.5. Rugosidade

Outro parâmetro pertencente a geometria urbana é a rugosidade, que considera a altura, a área de fachada e a área ocupada pelas edificações (ver figura 8) aplicada geralmente para relacionar a forma urbana com mudanças de fluxo de vento (MILLWARD-HOPKINS et al., 2011 *apud* NAKATA-OSAKI et al., 2016), nomeando o edifício, o principal item responsável pela rugosidade das cidades (ROMERO, 2015).

Figura 8 - Áreas consideradas para análise de rugosidade dos edifícios.



Fonte: Nakata-Osaki et al., 2016.

Quanto menor for a largura de uma via, somatória de calçadas e rua, menor deverá ser a taxa de ocupação do terreno. Dessa forma, garante-se maior rugosidade e maior porosidade no tecido da cidade pela menor área ocupada proporcional ao terreno e maior a variabilidade de alturas das edificações (NAKATA-OSAKI et al., 2016). De acordo com um estudo realizado por OKE (1981) *apud* Nakata-Osaki et al. (2016) a maior rugosidade em cânions urbanos ameniza as intensidades de ilha de calor noturna em relação a uma menor rugosidade no mesmo cânion de mesma relação H/W.

Landsber (1981) *apud* Ng et al. (2011) defende que a rugosidade afeta o arrasto e a resistência na superfície, as escalas e a intensidade da turbulência, a velocidade e o perfil dos ventos que entram em contato com os elementos urbanos devido as suas irregularidades e contornos construídos e inseridos pela sua forma. O arrasto total nas

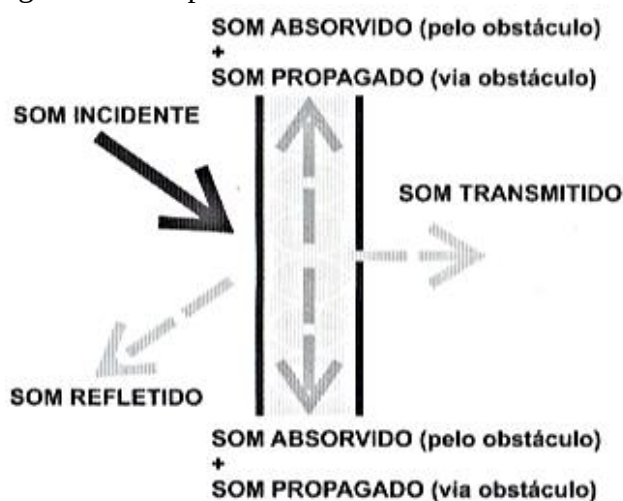
superfícies rugosas inclui um arrasto de pressão nos elementos de rugosidade e um arrasto na superfície subjacente (SHAO e YANG, 2005 *apud* NG et al., 2011), sendo que quanto mais rugosas as superfícies forem, menor será a velocidade e maior será o atrito e turbulência dos ventos, influenciando na concentração dos poluentes e nos níveis sonoros (VILLAS BOAS, 1985 *apud* MOURA, 2012).

É importante notar nesse sentido que a geometria própria das cidades interfere fortemente no campo de vento de sua camada limite existente (GRIMMOND e OKE, 1999 *apud* YUAN e NG, 2012), pois o conjunto formado pelas superfícies dos edifícios produzem maior atrito do que os elementos presentes em um ambiente natural (TAYLOR, 1988 *apud* YUAN e NG, 2012).

2.4.6. Materiais

O comportamento acústico dos materiais se dá (ver figura 9), de um modo geral, seja em ambiente externo ou interno a uma edificação, quando uma onda sonora incide sobre um obstáculo, a qual parte dela é transmitida através do material via aérea, parte é propagada através do material, parte é absorvida pelo obstáculo e o restante é refletido para o ambiente de origem da fonte (CARVALHO, 2006).

Figura 9 - Comportamento acústico dos materiais.



Fonte: Carvalho, 2006.

A forma como o material irá responder ao meio, se absorvendo ou refletindo, por exemplo, dependerá das características que possui. A retenção em grande quantidade das ondas sonoras ocorre em matérias de boa absorção acústica, bem como se ocorrer o

oposto, e o material refletir grande quantidade da energia sonora, ele será classificado como um bom isolante acústico.

Os materiais constituintes da área urbana se encontram em todos os materiais empregados em sua construção, que dão a forma de seu tecido e o organizam, seja nas edificações, pavimentação das vias e calçadas, praças, vegetações, etc. Quando as superfícies urbanas construídas propiciam a dissipação dos ruídos é porque possuem alto coeficiente de absorção sonora, e quando os intensificam se constituem de materiais refletores. Ainda nesse sentido, superfícies porosas e rugosas tendem a dissipar o ruído e em contrapartida, superfícies lisas e ondulada a refletir (VILLAS BOAS, 1985 *apud* MOURA, 2012).

Uma característica associada aos materiais refletores e as calhas das vias diz respeito ao fenômeno da reverberação urbana que amplifica os níveis sonoros. Isto se deve ao fato da propensão a amplificação do ruído de tráfego, uma vez que as fachadas das edificações que contornam as vias com essa característica de material possibilitam múltiplas reflexões e limitam a divergência da onda sonora (BISTAFA, 2011).

Bolund e Hunhammar (1999) *apud* Carvalho (2013) afirmam que a taxa de poluição de ruído pode aumentar em 3dB(A) devido ao tipo de revestimento usado no solo, se concreto, asfalto ou outros materiais similares, ao se comparar com solos naturais e verdes. Assim, Bistafa (2011) expõe que dependendo das fases das duas ondas o fenômeno da reflexão do raio sonoro e sua interferência no raio direto possibilita atenuação ou amplificação do ruído. As reduções podem ser de 20 a 30 dB e as amplificações de até 6 dB, de acordo com o tipo de solo, asfalto, terra batida, água, solo inundado, vegetado ou outros solos fissurados, etc.

A poluição atmosférica, além de ser trabalhada no controle das emissões do veículo e no aumento da dispersão pelos ventos pode vir a ser também minimizada pelos materiais através da atuação da deposição dos mesmos nas superfícies, a exemplo das paredes verticais vegetadas (PUGH et al., 2012). As taxas de deposição para a vegetação são muito mais altas do que aquelas para superfícies duras e construídas. De acordo com Pugh et al. (2012) a crescente deposição pelo plantio de vegetação em paredes de cânions de ruas pode reduzir as concentrações nos níveis das ruas em até 40% para o dióxido de nitrogênio e 60% para partículas inaláveis de diâmetro inferior a 10 micrometros. Assim, a vegetação pode criar um filtro eficiente de poluentes urbanos, produzindo melhorias rápidas e sustentadas na qualidade do ar no nível das ruas em áreas urbanas densas.

2.4.7. Vegetação

Barros & Musis (2013) *apud* Bessa et al. (2017) indicam que as ações e decisões atuais da sociedade acerca da escolha do local da moradia se pautam primeiramente nos predicados de ser um bom investimento e ter uma boa localização, sendo relegado a segundo plano as melhores condições ambientais. Melhores condições ambientais e de qualidade de vida são influenciadas pelas áreas verdes, através dos seus diferentes benefícios sociais bem como para a saúde e para a mente humana, fortalecendo assim o imperativo de se cultivar porções vegetadas nos espaços urbanos como meio de estratégia política de planejamento urbano e de saúde pública (SZEREMETA e ZANNIN, 2013 *apud* BESSA et al., 2017). Dentre as melhorias ambientais há o conforto térmico, mitigações no efeito estufa e nas poluições sonora e do ar, possibilita a drenagem do solo e vem a prevenir a sua erosão (ROMERO, 2011).

Sob uma visão específica, Bistafa (2011) comenta que a vegetação possui diferentes estruturas que propiciam tanto a absorção quanto o espalhamento do som incidente. Ao receberem as ondas sonoras, as folhas, pequenos ramos e arbustos possuem a capacidade de absorver parcialmente, e em contrapartida, os troncos, ramos grandes e folhagem densa o atributo de espalhar. Assim, para uma faixa arborizada atenuar o som se deve considerar a sua densidade, largura, localização, altura e configuração de plantio. Vale destacar que para uma atenuação sonora de aproximadamente 5dB(A) é necessário a fonte estar a uma distância de 30 metros, devendo ter entre a fonte o receptor áreas muito arborizadas e vegetação densa no solo (BISTAFA, 2011).

Conforme Akbari e Taha (1992) *apud* Romero (2011) as partes absorvedoras das plantas, ou seja, as folhas, galhos e ramas, reduzem a alta frequência que são os sons mais incômodos para os humanos, podendo um cinturão de 33 metros de largura e de 15 metros de altura atenuar os níveis sonoros de uma estrada em 6 a 10 dB.

A vegetação também apresenta potencial de redução da poluição do ar nas cidades, as taxas de desempenho dependem das características e tipo de vegetação, como o dossel, folha, estômatos, tamanho do tronco e altura total da árvore, das particularidades e relações dos locais (DWYER, 2007 *apud* CARVALHO, 2013) e igualmente da intensidade, forma, dimensões e localização (ROMERO, 2011). Outro fator que interfere nos resultados é a proximidade da fonte e a concentração da poluição, pois de acordo com Jim e Chen (2008) *apud* Carvalho (2013) árvores em zonas industriais mais poluídas

foram mais eficazes na remoção de poluentes do ar do que nas árvores em ambientes de maior qualidade do ar.

No solo, superfícies gramadas contribuem para evitar ofuscamentos, poeiras, e os ecos, amenizando assim os ruídos. Já vegetações maiores como as árvores, absorvem significativamente os gases poluentes diretamente como o ozônio e o dióxido de carbono, ou através de outro processo que reduz a emissão de hidrocarbonos e a formação de ozônio (ROMERO, 2011).

2.4.8. Barreiras

As barreiras urbanas são estruturas ou obstáculos que impedem a passagem do ar, das ondas sonoras e a visão da fonte pelo receptor (BISTAFA, 2011), são elas os edifícios, muros ou qualquer outro elemento sólido não poroso.

O fenômeno sonoro relacionado as barreiras atua quando uma fonte em frente a uma barreira emite um som, e este ao atingir o seu topo em uma área denominada “zona de Fresnel” é curvado para baixo por difração até o receptor. Os raios derivados do topo até o receptor geram uma zona de sombra acústica que tem o seu nível reduzido por difração (BISTAFA, 2011). Edificações como são tipologias de barreiras acústicas atenuam os ruídos quando estão entre a fonte e o receptor, sofrendo o mesmo processo de difração do som em seu topo. As aberturas presentes entre as edificações conferem menor atenuação ao se comparar uma fileira destas e uma barreira contínua de mesmo tamanho (BISTAFA, 2011).

As diferentes densidades, orientações e tipologias de edificações que formam um espaço urbano, repassam grande, média ou baixa permeabilidade. Uma conformação de média permeabilidade tende a proporcionar barreiras ao vento, e a de baixa permeabilidade, probabilidade alta de efeitos de barreira e canalização (ROMERO, 2011). Cidades de grande densidade que detém grupos de construção compactos enfraquecem os fluxos de ar, e, por conseguinte a dispersão dos poluentes, tornando assim a poluição do ar no nível da rua uma grave questão ambiental nestes espaços (SHI et al., 2018).

Além da qualidade do ar dentro de um cânion urbano ser influenciado pela quantidade de veículos e suas emissões, concentrações dos edifícios, parâmetros meteorológicos ambientais, configurações de geometria do edifício, largura da rua, etc., foi verificado por Yassin (2011) que a variabilidade das formas dos telhados também

influencia neste quesito. Os resultados de seu estudo indicaram que a concentração de poluentes aumentou à medida que a altura do telhado aumenta, e que diminuiu com os telhados inclinados e em forma de trapézio, mas aumentou com o telhado plano. As difusões de fluxo e poluentes nos cânions das ruas, ao contrário do fluxo livre sobre os edifícios, são complicadas pela geometria dos edifícios e dimensões do próprio cânion da rua, ou seja, pelas barreiras que os ventos têm que contornar (YASSIN, 2011).

2.4.9. Ar atmosférico

O ar presente na atmosfera que contém os elementos químicos naturais e poluentes interfere na propagação do som devido ao fator de absorção realizado através de dois tipos de processos, o macroscópico e o microscópico. No primeiro processo, a condução de calor e o atrito entre as moléculas do ar retira a energia da onda sonora. No segundo processo, quando a onda sonora passa pelo ar derivando no desequilíbrio interno do mesmo, a energia tende a ser redistribuída em suas moléculas entre seus três modos de energia, são eles: cinética translacional, a cinética rotacional e a de vibração interna (BISTAFA, 2011).

2.4.10. Temperatura, vento e umidade

As grandezas climáticas temperatura, vento e umidade possuem consideráveis influências no comportamento das ondas sonoras e na dispersão dos contaminantes atmosféricos à medida que sofrem variação.

Os gradientes na velocidade do som podem então ser compreendidos a partir de mudanças de altitude em relação ao solo, pois a altitude é um componente que proporciona diferentes temperaturas e velocidade dos ventos. A temperatura é relacionada proporcionalmente a velocidade do som, assim, nos locais de maiores temperaturas a velocidade do som também é maior. Já os ventos, a partir de sua diretividade, altera a inclinação da frente de onda para o solo quando a mesma se propaga a favor do seu fluxo e, quando ocorre o inverso, a onda se propaga contra os ventos, a frente de onda se inclina em direção contrária ao solo, afastando-se dele (BISTAFA, 2011).

Diante do exposto é necessário comentar que, o desenvolvimento das cidades modifica o clima natural local, através da construção de sua morfologia. Os volumes e formas do tecido urbano delineiam uma porosidade e uma rugosidade própria que

possibilita mudanças de direção e de velocidade dos ventos, que tende a aumentar verticalmente para cima devido a sua frenagem por atrito próximo ao solo nas barreiras edificadas. O microclima criado, além de ter a sua ventilação transformada, tem também umidade e temperatura influenciadas pelas superfícies urbanas, pelas massas naturais existentes de água e vegetação, e pelas construídas, como prédios, muros, calçamentos, pavimentações, e etc., que ocasionam reduções de permeabilidade do solo, retenção de calor pelos materiais construtivos, redução do efeito de resfriamento pela ventilação e entre outros efeitos característicos (BISTAFA, 2011; ROMERO, 2015).

Outro fator que pode interferir nas características dos ventos em uma escala maior é a pressão atmosférica. O aquecimento e esfriamento das terras e mares, o gradiente de temperatura no globo e a rotação da Terra são fatores que condicionam a variação das pressões atmosféricas. O ar atmosférico mais quente possui pressão atmosférica menor, propriedade que justifica os movimentos das brisas terra-mar, a qual ocorre quando o sol ao aquecer a areia e a água, provoca o aumento de temperatura do ar sobre a areia devido esta possuir calor específico menor e aquecer e resfriar com maior facilidade em comparação a água, resultando no deslocamento do ar sobre o mar para a praia durante o dia (FROTA E SCHIFFER, 2003).

A umidade nos espaços depende da quantidade de vapor de água não condensada no ar. Ambientes com ar mais úmido e pesado proporciona uma velocidade de propagação sonora maior, menos ocorrências de eco e de reverberações negativas. Já em combinação com a poluição atmosférica urbana, a umidade conduz a um quadro de mescla de nevoa e fumaça, que por sua vez interferem sobre a irradiação nos comprimentos de ondas longas e curtas (ROMERO, 2015).

2.5. POLUIÇÃO SONORA, ATMOSFÉRICA E O ESPAÇO URBANO

A cidade pode ser melhor vivida e experienciada com a adoção de medidas em prol da natureza. A natureza envolve a cidade e seus habitantes, a entrelaça através do ar, das chuvas, do solo, e de todos os organismos vivos, e não somente através da vegetação como se costuma relaciona-la. Ela não é luxo, e sim essencial a existência do ser humano, estando relacionada a valores de cunho social, estéticos, intelectuais, espirituais e ambientais. A natureza é:

(...) a consequência de uma complexa interação entre os múltiplos propósitos e atividades dos seres humanos e de outras criaturas vivas e

dos processos naturais que governam a transferência de energia, o movimento do ar, a erosão da terra e o ciclo hidrológico. A cidade é parte da natureza. (SPIRN, 1995, pg. 20)

Apesar das características de sítio e ambiente natural diferenciarem as cidades entre si, como a facilidade de defesa e acesso a água decorrente da localização, resistência do solo, topografia, etc., as necessidades humanas e os produtos da satisfação destas as fazem similares. Pode-se destacar dentre essas necessidades os anseios de se ter segurança, abrigo, alimentação, destinação dos resíduos, deslocamento em seu interior e de se possuir espaço. Dentre os produtos, decorrem adensamento, poluição atmosférica, aterro de áreas para espaço plano para construção, impermeabilização do solo, construção de sistema de drenagem artificial, entre outros, todos são elementos que alteram o ecossistema original. Nesse sentido, os problemas ambientais podem variar a sua distribuição no interior das cidades a partir de fatores como a presença de indústrias, tipos de combustíveis utilizados para gerar calor e eletricidade, meios de transporte, clima da região, usos do solo e configuração urbana.

No espaço urbano a mobilidade é peça chave para a promoção das cidades sustentáveis e deve ser tratada com os mesmos quesitos econômico, social e ambiental, porém Leite (2012) a considera como um dos maiores desafios. As estratégias administradas para aperfeiçoá-la possibilitará melhorias desde os transportes até a vida de seus cidadãos. Campos (2006) apresenta em seu artigo um levantamento com enfoque no sistema de mobilidade e os pontos que o permeiam para a sua eficiência. Dentre os impactos decorrentes de sua ineficácia, aponta indicadores como a má qualidade do ar e os ruídos indesejáveis.

Os veículos motorizados são a principal origem da poluição ambiental urbana, tanto da atmosférica, devido as emissões gasosas de componentes químicos como monóxido de carbono e de material particulado por exemplo, quanto da sonora (GIUNTA e SOUZA, 2008; SANTOS et al., 2012; SPIRN, 1995). No Brasil, o setor de planejamento dos transportes trabalha a fluidez e a segurança e torna-se falho no quesito em preocupação ambiental, vindo à tona de modo genérico e quando há caráter de emergência, o que não reduz seus efeitos nocivos a longo prazo (FREITAS, 2003). Condições como a velocidade média, acelerações, fluxo de veículos e estado dos motores afetam também o tráfego, por conseguinte, o agravamento da poluição.

Algumas medidas já estão sendo visualizadas no Brasil. É importante por parte do poder público associar o desenvolvimento econômico à qualidade de vida. Investir em

políticas que garantam uma legislação ambiental mais forte para o controle das emissões dos transportes é uma das alternativas. No Brasil, as cidades de Rio de Janeiro e São Paulo são exemplos que já iniciaram algum controle sobre os transportes através de legislações e, destaque para Curitiba, a mais conhecida nesse contexto, ganhou prêmios pelo seu desenvolvimento urbano sustentável, como o *Globe Award Sustainable City* em 2010. As tecnologias, como as inovações empregadas nos veículos produzidos recentemente também tem se aliado para amenizar o problema da poluição do ar, porém o índice indicado por lei ainda é ultrapassado (FREITAS, 2003).

É importante frisar que a poluição atmosférica não pode ser visualizada somente do ponto de vista de sua produção através da queima dos combustíveis fósseis, pois outras variáveis também contribuem para a situação da concentração e da qualidade do ar nas cidades, como o clima e a morfologia urbana. O clima urbano abordado por Romero (2015), é uma espécie de clima próprio da cidade o qual foi transformado pelos elementos espaciais e superficiais da cidade onde se encontra, sendo diferente do clima natural da área que iria se manifestar sob estruturas físicas originais sem interferências antrópicas.

Como já foi abordado no item 6, intrínseco aos traçados, itens como as formas, os gabaritos e as orientações das edificações, os espaços livres e as vias promovem uma rugosidade a ventilação próxima ao solo, redirecionando, aumentando, reduzindo ou bloqueando os fluxos dos ventos. A título de exemplo, poderá uma rua alinhada a direção dos ventos receber intensa renovação de ar e, uma outra posicionada perpendicularmente receber pouca ou nenhuma ventilação, dependendo de quais elementos elas são margeadas, se altos edifícios ou terrenos abertos. Assim, com grande influência, clima e rugosidade agem sobre os poluentes gasosos e particulados ao remover e dispersar os mesmos, através da circulação dos ventos e das chuvas por exemplo, bem como na possibilidade de formação de um fenômeno denominado ilha de calor urbano.

A ilha de calor é a presença de altas temperaturas em uma porção urbana, sendo a sua intensidade e forma resultado da somatória do calor liberado das associações dos materiais de construção, concreto, pedra, tijolo, asfalto, das atividades da cidade como os transportes e de fatores da natureza como a velocidade dos ventos e a nebulosidade. Os materiais de revestimento empregados, e citados anteriormente, proporcionam temperatura mais elevada devido suas capacidades de armazenamento do calor e dispersão térmica serem grandes, e maiores se comparadas a vegetação e a água, estes últimos, ao interagirem com a radiação solar retornam energia ao meio ambiente através de outros produtos como a evaporação e a transpiração (FROTA e SCHIFFER, 2007).

A carência de espaços vegetados e de pontos de vegetação são prejudiciais, pois suas funções de resfriamento, beleza, abrigar, sombrear, proporcionar lazer e encontro são negadas a sociedade. Equipamentos públicos tipo parque ou praça melhoram a qualidade do ar, dos microclimas e a paisagem sonora no interior de uma cidade, e consequentemente de seu conforto de modo geral. Já a arborização tem que ser em espécies específicas e em quantidades significativas para se ter eficiência no propósito de melhoria da qualidade ambiental (SPIRN, 1995).

Os efeitos da poluição atmosférica podem ser potencializados quando as correntes de ar fogem do padrão normal ocasionando outro fenômeno chamado inversão térmica. Este ocorre quando o ar próximo ao piso fica retido por estar mais frio do que a camada de ar superior, o que o torna incapaz de fluir e varrer os poluentes. Este fenômeno pode eventualmente ocorrer em ambientes urbanos, porém pode persistir e agravar as concentrações dos poluentes no ar através de clima e topografia com predisposição para ocasioná-lo, podendo durar por horas ou persistir por dias. São configurações espaciais que contribuem para o fenômeno, a nível metropolitano o tipo “cidade vale”, e em nível menor a configuração do tipo “rua desfiladeiro”.

Como mencionado anteriormente, porém em uma abordagem mais específica, a geometria das edificações e espaços influencia a atmosfera do espaço urbano, na amplitude da temperatura, velocidade e direção das massas de ar. Estão incluídas características como altura das edificações, adensamento e alinhamento, presença de espaços abertos e vegetados, impermeabilização, entre outros. A atuação humana, portanto, interfere mais uma vez exercendo efeitos sobre si mesmo que podem vir a ser prejudiciais.

O cenário desenvolvido pela propagação do som ao ar livre, assim como a questão da poluição atmosférica, também possui influência das paisagens urbana desenvolvidas. Guedes (2005) aborda o tecido construído das cidades com os seus cheios e vazios, orientações e densidade como influenciadores da distribuição dos ruídos em seus entornos. Para Brioschi e Viveiros (2011) as variações das distâncias entre edificação e a rua proporciona uma interação diferenciada com usuário da via e do lote de modo diferente para com os sons.

A percepção sonora é uma questão também de subjetividade como já foi abordado no tópico 4, uma vez que a os indivíduos que vivenciam o ambiente possuem pontos de vista e tolerância diferentes as sensações acústicas. Carvalho et al. (2011) ao pesquisar as características da subjetividade concluíram que o incômodo por determinado ruído está

relacionado ao estado afetivo de quem o percebe, uma vez que dentre os entrevistados de seu estudo houve indicações de diferentes elementos como buzinas, sons de veículos e sirenes.

Os processos urbanos espaciais e temporais impactam nas emissões de carbono, de acordo com Mitchell et al. (2018). A partir desta visão ampliada de caracterização acerca das emissões concluiu que há uma tendência negativa em local residencial industrial defasado, tendência positiva em local onde ocorre crescimento suburbano e tendência relativamente constante em locais de núcleo urbano estabelecido, seja, residencial ou comercial. Aproximadamente 70% das emissões de dióxido de carbono relacionadas à energia global derivam da combustão de combustíveis fósseis em áreas urbanas (MITCHELL et al., 2018).

O fato das poluições sonora e atmosférica coexistirem no mesmo ambiente, o espaço urbano, e compartilharem a principal fonte, o tráfego, faz desencadear questões relativas a união de seus efeitos e até onde as influencias entre elas podem aproximar-se em alguns estudos, e de acordo com a OMS (2011) existem ainda poucos estudos mostrando efeitos combinados de ruído e poluentes atmosféricos em ambientes urbanos. Segundo Klaeboe et al., 2000 *apud* Kim et al., 2012 quanto maior o nível de ruído do tráfego rodoviário, as pessoas estão expostas, mais provável que eles sejam irritados com a poluição do ar e o cheiro dos gases emitidos pela queima dos combustíveis e vice-versa, assim, Kim et al., 2012 menciona que o ruído sensibiliza para se sentir estímulos olfativos como desagradáveis. Allena e Adarb (2011) defendem que como o ruído e a poluição do ar decorrem principalmente dos veículos, é possível que efeitos ao corpo humano comum as duas poluições podem ser confundidas e ou derivem de interações entre si em estudos de exposição a longo prazo, como a saúde cardiovascular, por exemplo.

Atualmente, cada vez mais estudos têm sido realizados com o intuito de expor também as realidades urbanas acerca das poluições sonoras e atmosféricas, como é o caso da desenvolvida por Nangini et al. (2019) a qual aponta a cidade de Betim/BH como a maior emissora de gases de efeito estufa *per capita*, incluindo CO₂, no Brasil. Outro exemplo é a empresa *Mimi Hearing Technologies*, a qual após pesquisas de correlação entre perda auditiva e a poluição sonora desenvolveu o *World Hearing Index* (2017), um relatório com resultados construídos a partir de dados da Organização Mundial da Saúde, da coleta de testes auditivos e do relatório *Stiftelsen for industriell og teknisk forskning* (SINTEF), o qual apontou Zurique na Suíça com a menor incidência de poluição sonora e, Guangzhou na China com a maior.

As emissões geradas pelos veículos que queimam combustível fóssil sofrem efeito cumulativo e variável dependendo dos padrões de tráfego, características dos veículos e configurações da morfologia urbana (PANDIAN et al., 2009 *apud* SILVA E MENDES, 2012). A poluição do ar gerada pode ser classificada como primária e secundária, podendo igualmente ameaçar a saúde humana, prejudicar os ecossistemas e influenciar o clima (SHARMA et al., 2010 *apud* SILVA E MENDES, 2012). A poluição primária é formada pelos produtos diretos da combustão do combustível no ar, ou seja, pelos compostos principais, dióxido de carbono (CO_2) e água (H_2O), e pelos produtos da combustão incompleta como benzeno (C_6H_6), monóxido de carbono (CO) e partículas sólidas (PM) contendo carbono e outros poluentes, devido aos motores não serem totalmente eficientes. Entre os hidrocarbonetos, o benzeno é o composto com o maior impacto ambiental devido à sua toxicidade e sua carcinogenicidade (ATSDR, 1997 *apud* SILVA E MENDES, 2012). A poluição secundária se forma quando os poluentes atmosféricos derivados dos veículos reagem com componentes presentes no ar ou uns com os outros, caso do composto ozônio (O_3). Os poluentes secundários geralmente não atingem concentrações máximas próximo as fontes, podendo o seu impacto se estender por grandes áreas além da vizinhança imediata do tráfego rodoviário devido aos efeitos da dispersão (SILVA E MENDES, 2012).

Para a Organização Mundial da Saúde (2018), amortizar os poluentes atmosféricos, significa reduzir concomitantemente as emissões de CO_2 e os poluentes de vida curta, como as partículas inaláveis e o metano (CH_4), contribuindo assim para a mitigação das alterações climáticas a curto e a longo prazo. Sendo assim, as seguintes condutas humanas devem ser seguidas para a melhoria da poluição do ar no planeta (OMS, 2018):

- As indústrias devem desenvolver tecnologias limpas que emitam menos fumaça composta pelos poluentes prejudiciais, melhorar a gestão dos seus resíduos, incluindo a captura de gás metano emitido como uma alternativa à incineração;
- A gestão energética deve garantir acesso a soluções energéticas domésticas limpas e acessíveis para a sociedade em suas atividades cotidianas como cozinhar, aquecer e iluminar. Possibilitar e incentivar o uso de fontes renováveis de energia livres de combustão (como solar, eólica ou hidrelétrica);
- Os transportes devem tender a modos limpos de geração de energia através do uso combustíveis com baixas emissões de poluentes, incluindo combustíveis com um reduzido teor de enxofre e, a mobilidade deve prever possibilidades para a redução

de poluentes através da inserção de redes urbanas de trânsito rápido, caminhadas e ciclismo nas cidades, bem como transporte ferroviário de mercadorias e passageiros interurbanos;

- As cidades devem deter de um planejamento urbano que busque um ambiente mais eficientes em termos energéticos, exigindo a melhoria da eficiência energética dos edifícios, o aumento das suas porções vegetadas e morfologias mais compactas;
- Os agentes públicos devem gerir os resíduos municipais e agrícolas com estratégias para a redução, separação, reciclagem e reutilização ou reprocessamento dos mesmos, bem como se valer de métodos melhorados de gestão de resíduos biológicos, como a digestão anaeróbia para produzir biogás. Em situações em que a incineração for inevitável, as tecnologias de combustão devem ser controladas rigorosamente para minimização das emissões nocivas.

Acerca da poluição sonora urbana, a OMS (2018) recomenda intervenções de variadas ordens a serem realizadas para a redução de produção e exposição ao ruído e de seus consequentes efeitos a saúde:

- Intervenções na origem da fonte: a sociedade melhorar a escolha de pneus apropriados, e para o poder público repensar o revestimento superficial das vias, restringir caminhões ou diminuir o fluxo de tráfego;
- Intervenções de caminho: isolar habitações, construir barreiras, e realizar intervenções no edifício;
- Intervenções na infraestrutura: ao poder público construir túneis rodoviários;
- Outras intervenções físicas: dispor de espaços que proporcionem um certo afastamento das residências as fontes sonoras como através da implantação de espaços verdes próximo a elas.

Outras ações são ainda realizadas tendo em vista o cenário global de crescimento das emissões atmosféricas diante do fenômeno de aquecimento global vivenciado e dos índices de poluentes já citados, como as tecnologias de emissões negativas que sugam dióxido de carbono da atmosfera. Nesta tecnologia o carbono atmosférico é capturado após a queima de biocombustíveis, por exemplo e pode ser trancado no solo ou no mar por milhares de anos. Uma outra possibilidade é manejar florestas e solos para armazenar mais carbono. Existem ainda meios mais especulativos que ainda estão no campo da pesquisa básica e que não obtiveram avaliação sistemática quanto a ética dos métodos,

como exemplos podem ser citados a fertilização dos oceanos com ferro para aumentar o crescimento do fitoplâncton, aumentar o intemperismo dos minerais ou desenvolver dispositivos que removem CO₂ diretamente do ar. O entrave destes últimos, se dá devido a suscitarem discussões e preocupações éticas, pois envolvem efeitos de grande desdobramento e amplitude como distúrbios civis, danos à biodiversidade e influências no clima (LENZI et al., 2018).

Várias são as pesquisas separadas sobre ruído e qualidade do ar no ambiente urbano. Uma revisão literária acerca de estudos que envolvam concomitantemente os fatores ruído e CO₂ são poucos e versam sobre análise dos dados coletados, e em se tratando da interface de correlação entre ambos o repertório se torna ainda mais escasso.

Moraes et al. (2010) desenvolveu um estudo acerca do impacto sonoro em uma região sob influência dos bairros do Reduto e Umarizal da cidade de Belém-PA, decorrente da implantação de um shopping center e das modificações executadas no sistema viário do entorno. A análise foi possibilitada através da coleta de dados por meio de observações e monitoramento no local em pontos estabelecidos, elaboração de um mapa de ruído e posterior comparação dos resultados com outros dados já existentes no Mapa Acústico de Belém, documento desenvolvido anos antes da locação do empreendimento e detentor de dados de mesmo gênero. Como resultado da pesquisa foi verificado na área em análise o acréscimo expressivo do volume de tráfego nas vias adjacentes e dos níveis de pressão sonora.

Carvalho (2013) estudou a influência de áreas verdes sobre o panorama ambiental dentro do espaço urbano, mais especificamente como afeta a qualidade do ar, ruído e clima sem adentrar ao monitoramento ambiental, pois utilizou-se de um apanhado de dados de outros estudos. O estudo desses elementos foi desenvolvido a partir de análise de imagens via satélite de porções da cidade de Belém e do Mapa Acústico de Belém de 2009, já os dados de temperatura foram acolhidos de outros estudos. A poluição do ar foi analisada através da adoção da metodologia de um estudo em que se considera o sequestro estimado de uma determinada quantidade de poluentes através da soma das porções densas de área verde.

Santos et al. (2012) defende que não se deve dissociar os fenômenos de poluição atmosférica e sonora, e em sua pesquisa integra e demonstra os resultados do monitoramento ambiental desses fatores em mapeamentos através de *software* do tipo SIG – Sistema de Informação Geográfica como instrumento para auxílio de sua análise.

Machado *et al.* (2015) avalia a qualidade ambiental de uma via presente na feira de Santana/BA após coletar dados ambientais, de concentração de CO₂ e de níveis sonoros.

Uma investigação mais aproximada do escopo deste trabalho é a de Kim *et al.* (2012), que buscou visualizar a relação entre ruído e poluição do ar em oito distritos de Seul-Coréia. A coleta dos dados pertencentes a esses parâmetros foi realizada em ambientes com diversidade de usos classificados como “estradas” (caracterizados por tráfego pesado ou próximo a estradas. Exemplo: áreas industriais e pastagens) e como “fora das estradas” (caracterizados por serem locais sem barreiras sonoras dentro de um raio de 3,5 metros. Exemplo: área residencial, uso de serviços) no período diurno e noturno. Os níveis de ruído foram maiores na estrada durante o dia. Como resultado foi verificado a existência de uma correlação complexa entre esses dois fatores, sendo mais evidente em locais na estrada e durante a noite.

As legislações ambientais no Brasil necessitam de atenção, atualizações e transformações especialmente no que diz respeito às normas, pois de um modo geral, as normas vigentes são superficiais, e, portanto, pouco específicas. A não obrigatoriedade de ações para amostragem e diagnóstico como mapas acústicos e o desenvolvimento inconsistente de projetos de prevenção e controle da qualidade sonora e atmosférica, podem acarretar em um alcance de limites intoleráveis desses problemas ambientais.

O campo da qualidade do ar apesar de ser um dos fenômenos indissociáveis à vivência do homem no meio urbano e, portanto, de fundamental importância, detém ainda tímida abordagem e regulamentações por parte dos agentes públicos e das instituições. Resoluções nacionais foram desenvolvidas pelo CONAMA visando o controle de poluentes atmosféricos, como a nº.03 de 1990 que estabelece padrões acerca dessa poluição e, a nº.05 de 1989 sobre o Programa Nacional de Controle da Poluição do Ar (PRONAR), e internacionais como os índices delimitados pela OMS (2018). É válido frisar, no entanto que os padrões indicados como limites são de componentes químicos, como o monóxido de carbono (CO), dióxido de enxofre (SO₂), dióxido de nitrogênio (NO₂) e partículas sólidas inaláveis (PM). O dióxido de carbono não está presente nas normativas citadas pois são de ambientes externos, estando o dióxido de carbono presente somente em normativas para ambientes internos como as citadas no subtópico 2.3.3, uma vez que o gás necessita de alta concentração para causar efeitos nocivos ao corpo humano, e em ambiente externo os níveis considerados nocivos estão distantes dos atingidos até o momento.

CAPÍTULO 3 - PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

3.1. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA

Capital do estado do Pará, a cidade de Belém é integrante de uma área territorial equivalente a 1.059,406 km², dos quais se distribuem entre 8 distritos conforme a lei nº 7.682, de 05 de janeiro de 1994, e 71 bairros de acordo com a lei Nº 7.806, de 30 de Julho de 1996. Situa-se às margens da Baía do Guajará, a oeste, na confluência com o Rio Guamá, ao sul, e pela Baía do Marajó a 120 quilômetros do oceano Atlântico (CABRAL, 1995). É entremeada por 14 bacias hidrográficas, como a Bacia do Tucunduba e a da Estrada Nova em sua porção sul.

A cidade de Belém é classificada como clima quente e úmido (FROTA et al., 2003), e situa-se sob latitude 01°28 Sul, longitude oeste 48°27', e altitude de aproximadamente 10 metros de acordo com o IBGE (2011). Possui chuva abundante e bem distribuída (CABRAL, 1995), média anual de temperatura do ar de aproximadamente 26 °C, bem como máximas e mínimas de aproximadamente 31,5 a 22 °C (INMET, 2009 apud SILVA JUNIOR, 2012). A sua localização de baixa latitude, entre o mar e o continente florestado, segundo CABRAL (1995) repercute em um “inverno”, denominação dada para o período mais chuvoso, nos meses de dezembro a maio, e em um “verão”, período menos chuvoso, nos meses de junho a novembro. Outra característica apresentada é a elevada carga térmica incidente sobre a área, devido a sua localização próximo à linha do Equador, propiciando assim uma maior intensidade de incidência dos raios solares durante todo o ano.

3.2. MEDODOLOGIA E TÉCNICAS APLICADAS

A realização do escopo a que este trabalho se propõe para correlacionar ruído e CO₂ em ambiente externo ocorrerá através da execução de uma revisão bibliográfica paralelamente às atividades, desde o seu início até a sua finalização visando o estudo e levantamento de literatura acerca de acústica ambiental e qualidade do ar e suas relações inseridas no meio urbano. O processo de execução e organização das atividades realizadas para obtenção dos resultados pode ser dividido e definido da seguinte forma:

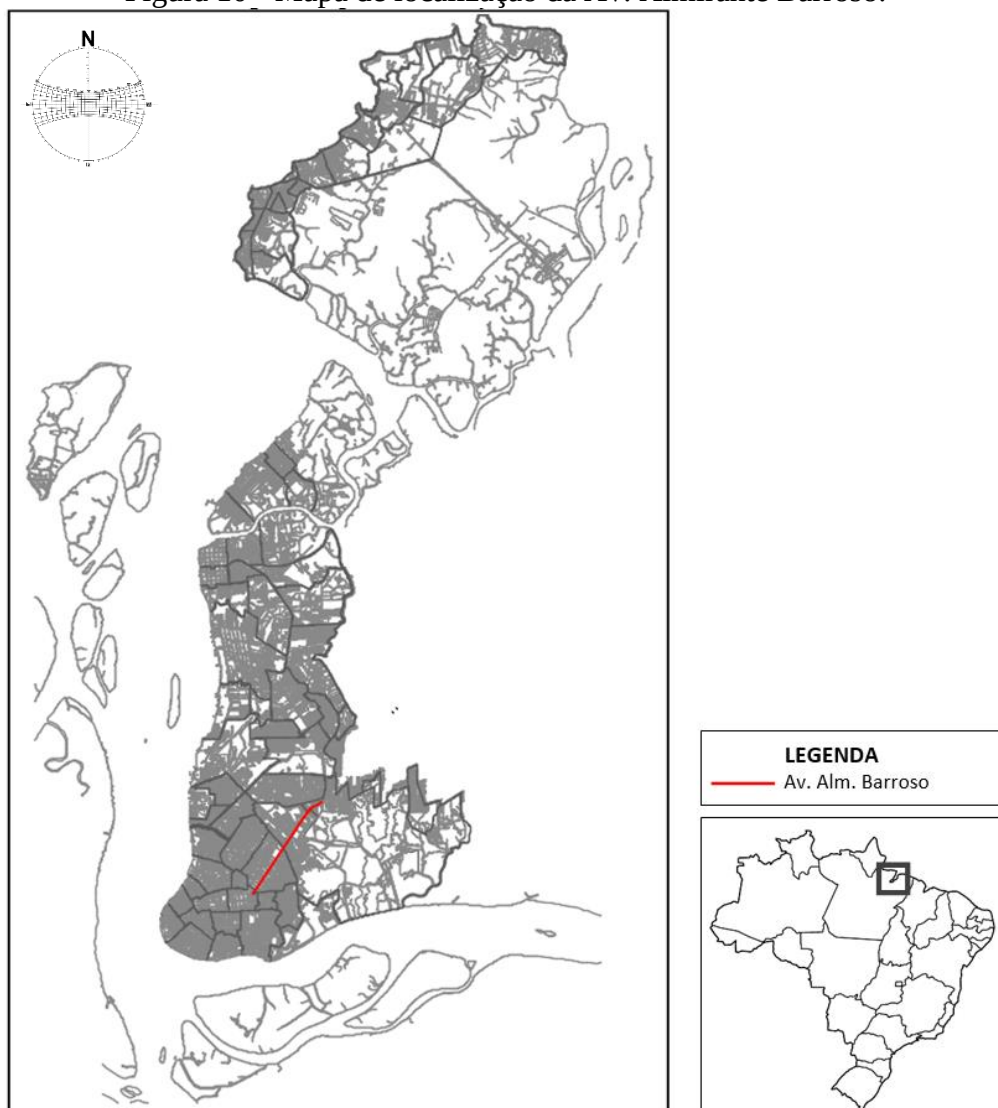
- 1ª etapa: Demarcação da área de estudo e levantamento preliminar das condições apresentadas na área;

- 2ª etapa: Experimental de monitoramento ambiental e coleta de todos os dados necessários para a análise;
- 3ª etapa: Tratamento dos dados coletados, elaboração dos mapas temáticos e apresentação dos resultados e discussão dos mesmos.

3.2.1. 1ª Etapa

A porção integrante da análise proposta por este estudo se distribui ao longo da Avenida Almirante Barroso (ver Fig. 10), via de grande importância de aproximadamente seis quilômetros, e a principal entrada de Belém, classificada como “estrutural de transporte coletivo” segundo o Plano Diretor do Município de Belém de 2008. Corredor de tráfego, segundo a Lei Complementar nº 02, de 19 de julho de 1999, o seu uso intenso se dá devido proporcionar integração a várias outras vias de distribuição transversais, bem como a sua conexão direta com a Avenida Augusto Montenegro e a Rodovia BR-316, principais eixos da área de expansão e saída do município, respectivamente. A avenida é uma via de passagem e uma área de fácil acesso por toda a sociedade, ou seja, não se trata se um espaço segregado socialmente.

Figura 10 - Mapa de localização da Av. Almirante Barroso.



Fonte: Adaptado de Cadastro Prefeitura Municipal de Belém 2005.

Estruturalmente, possui três faixas em cada sentido separado ao centro por um canteiro, ciclofaixas, e pelo sistema adotado de mobilidade *Bus Rapid Transit* (BRT), o qual consta de duas faixas exclusivas para ônibus e paradas para acesso ao serviço. Circula por esta avenida um grande fluxo de ônibus (incluindo a maioria da frota coletiva urbana), carros, motos, bicicletas e pedestres. Em toda a sua extensão, há ainda a presença de semáforos nos principais cruzamentos, bem como sensores de velocidade. A partir dessas particularidades, de acordo com o estudo de Moraes (2010) a via é uma das que apresenta os maiores níveis sonoros na cidade, em torno de 85 dB(A), podendo alcançar 90 dB(A) nos horários de trânsito intenso e nas áreas de maior movimento, fato este que poderá se agravar devido à tendência ao aumento do volume de automóveis no decorrer dos anos.

A via é pavimentada e atravessa cinco bairros da capital, são eles: São Brás, Marco, Souza, Curió Utinga e Castanheira. Exibe uso residencial, comercial e de serviços, o que proporciona ao seu perfil tanto construções verticais acima de vinte andares quanto de somente um pavimento. Há ainda a presença de uma área de preservação ambiental na via, o Jardim Botânico Bosque Rodrigues Alves, com uma extensão correspondente a uma quadra do tecido urbano, cerca de quinze hectares, abrigando aproximadamente 80 mil espécies de flora e fauna.

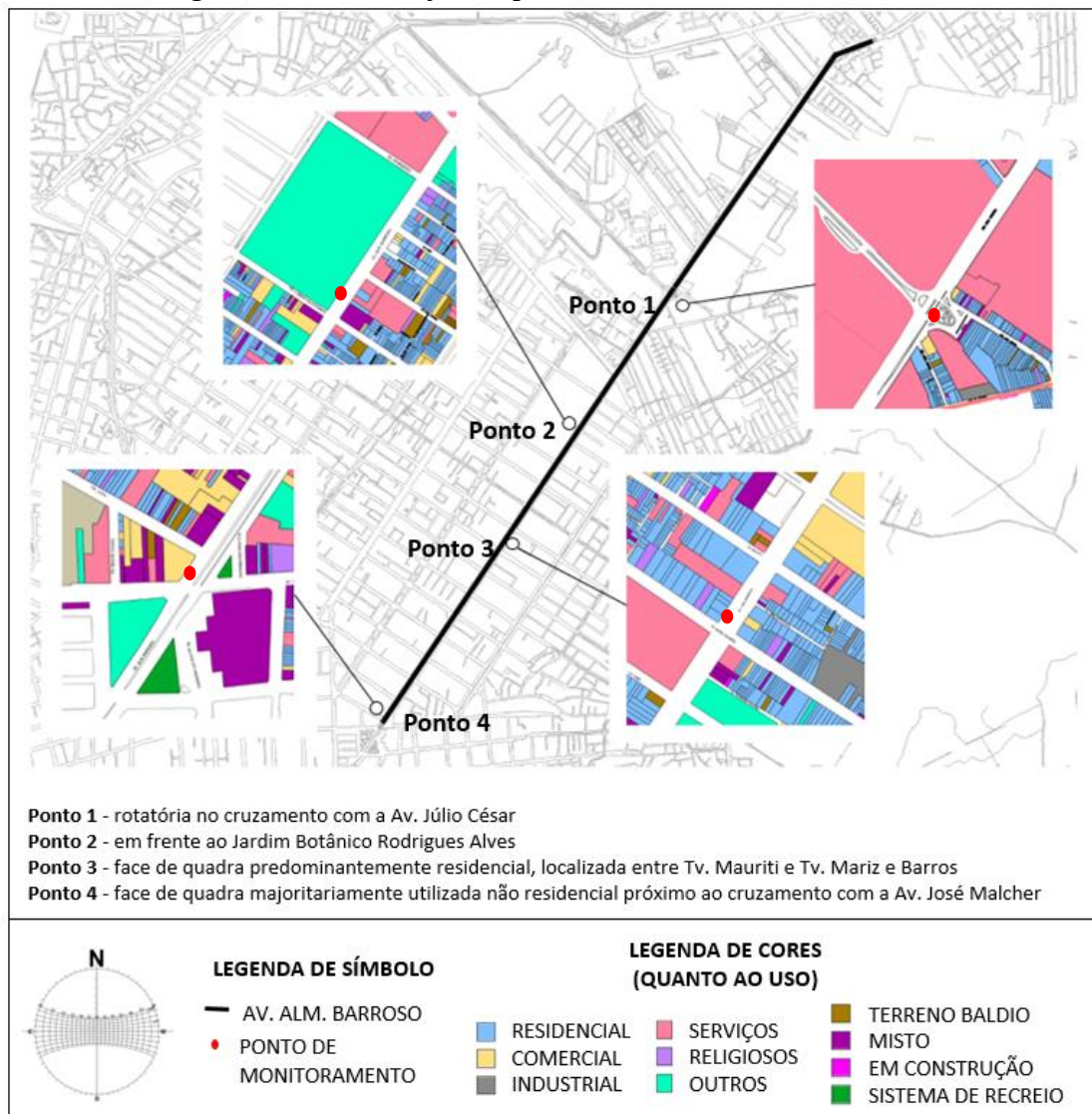
Pertence a uma área de transição entre espaços da cidade, atravessando assim ocupações mais espontâneas, como os traçados presentes no bairro do Curió Utinga e, outras mais planejadas com quarteirões regulares como os do bairro do Marco. Coexistem em seu espaço edificações antigas com tombamento histórico e as mais modernas de produção atual. Já os afastamentos frontais e laterais dentro dos terrenos, em sua grande maioria, são presentes nos prédios de uso institucional e de serviços. O material construtivo característico ao longo da via é de um modo geral em alvenaria convencional e janelamento em vidros. Possui prédios multifamiliares e somente seis edifícios com gabarito de quinze a vinte e cinco andares distribuídos ao longo de sua extensão, entretanto na última década uma parcela destes últimos emergiu com maior intensidade.

A concentração de edificações de alto gabarito vem a interferir na ventilação, e por consequência, no processo de dispersão da poluição nas massas de ar, além de proporcionar ao ambiente um confinamento e maior tempo de duração dos ruídos nos espaços urbanos. Nesse sentido, a Av. Almirante Barroso ainda possui poucos prédios altos diluídos por toda a sua extensão, ou seja, a sua configuração ainda não favorece o acúmulo dos fenômenos tratados.

3.2.2. 2ª Etapa

A Av. Almirante Barroso foi a via eleita para estudo devido a seu tráfego pesado e caráter de importância para com a cidade como já foi tratado anteriormente e, devido a sua extensão foram selecionados trechos para a exequibilidade dos objetivos diante da janela temporal e recursos instrumentais existente para tal. Os pontos chave ao longo da avenida (ver figura 11) foram definidos após análise documental do cadastro municipal de Belém acerca de sua configuração e usos, seguindo um critério de diferenciação urbanística entre os elementos existentes.

Figura 11 - Localização de pontos na Av. Almirante Barroso.



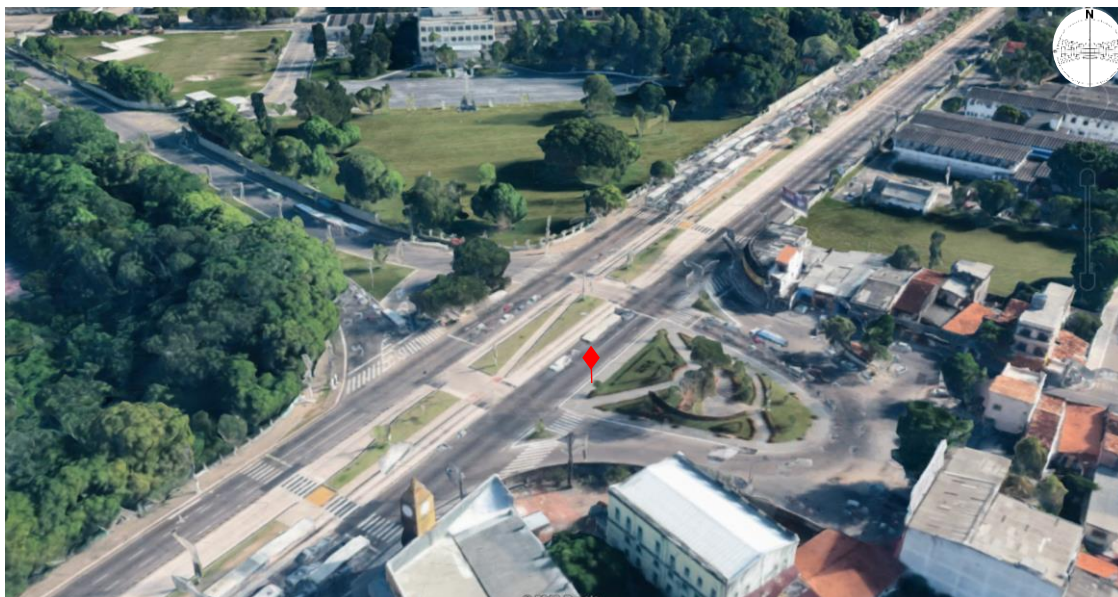
Fonte: Adaptado de Cadastro Prefeitura Municipal de Belém 2005.

Após definição dos perímetros, devido ao cadastro da prefeitura de Belém de 2005 utilizado como base ser antiga, foram realizadas atualizações nos dados para ajustes e comprovações através de imagens via satélite disponibilizadas em meio eletrônico no site do *Google Maps* (2017) e também em visitas “*in loco*”.

O **ponto 1** denominado “Rotatória Júlio César” (ver Fig. 12) foi monitorado na calçada da praça São Cristóvão, encontro da Av. Almirante Barroso com a Av. Júlio Cesar, arterial secundária, de acordo com o Plano Diretor do Município de Belém (2008). A área apresenta em um lado edificações de um e dois pavimentos em alvenaria comum pintada com janelamento em vidro no entorno da praça e no outro, ampla permeabilidade, devido a terrenos institucionais amplamente vegetados e delimitados por muro baixo com grade. Possui pavimentação em sua maioria de piso duro (asfalto – 35%, e cimento e

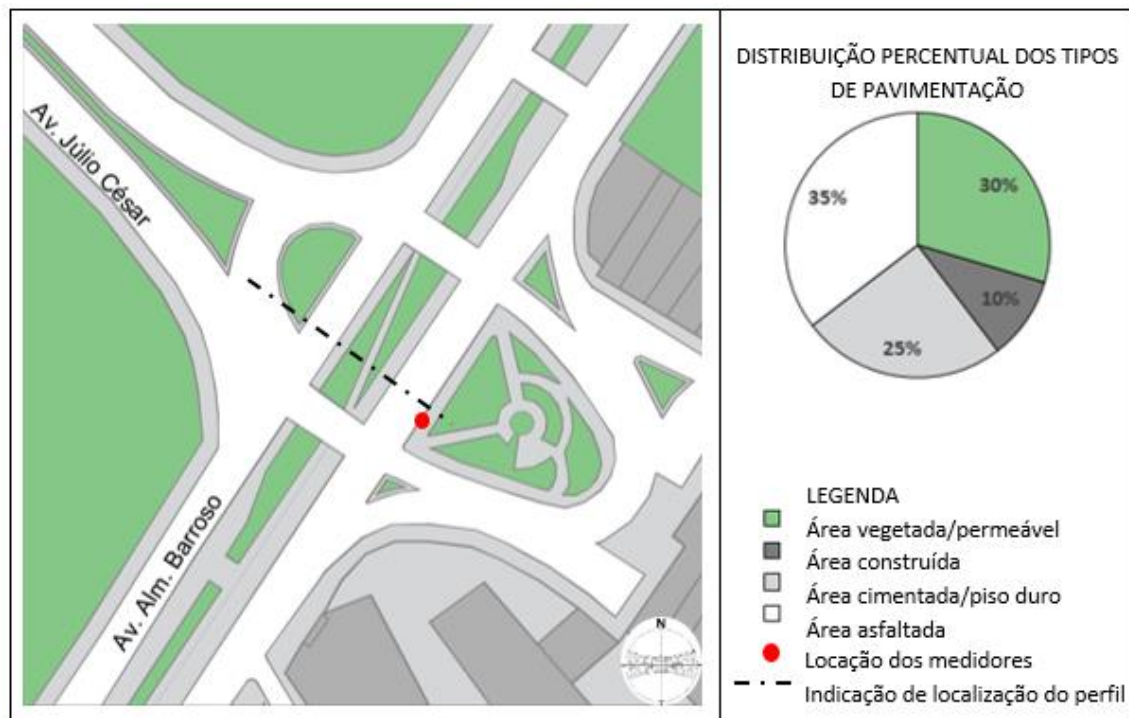
outros solos duros – 25%), significativa parcela de área verde e permeável (30%) e 10% de área ocupada por edificações. Detém o uso do solo em maioria por prestação de serviços (80%), seguido de misto (9%) e comércio (8%), já o residencial acusou somente 3%. A existência de uma praça e de largos canteiros para compor o ambiente e delimitar as conversões e retornos veiculares na área proporciona uma amplitude espacial da avenida neste ponto e, o encontro com a Av. Júlio Cesar um acréscimo no volume do tráfego e na dinâmica da área.

Figura 12 - Foto aérea da Av. Almirante Barroso ponto 1 rotatória Júlio Cesar e localização do instrumento sinalizado em vermelho.



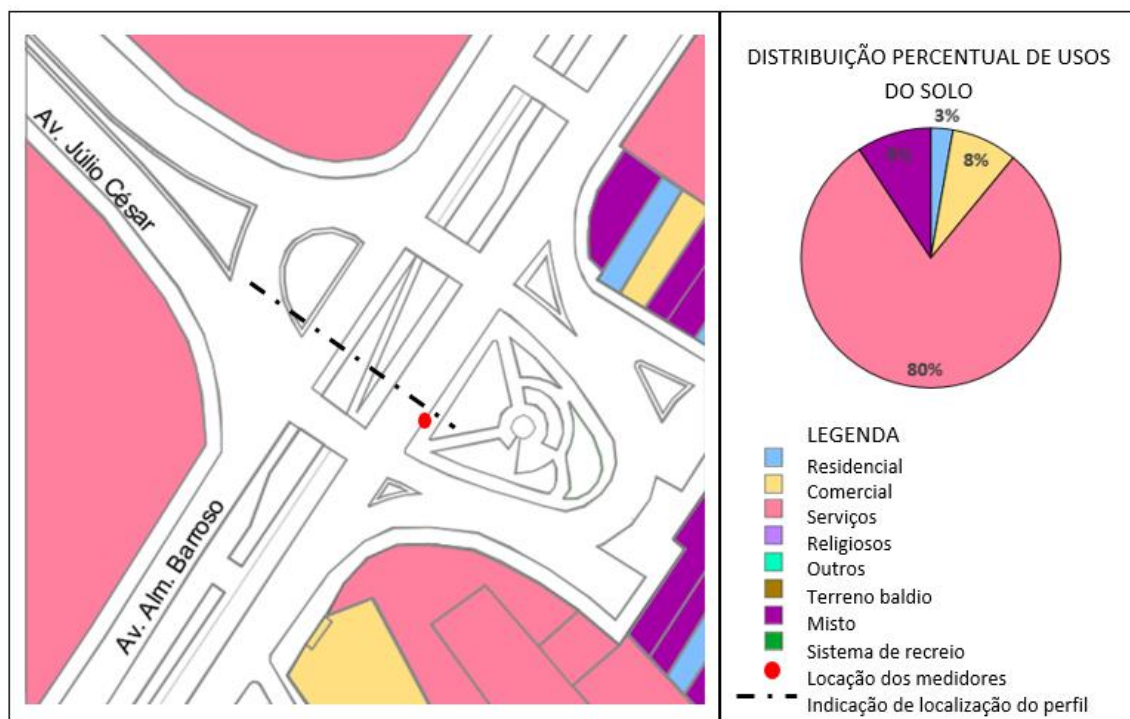
Fonte: Google Earth, 2018.

Figura 13 - Planta de pavimentação do solo - Av. Almirante Barroso ponto 1 rotatória Júlio Cesar.



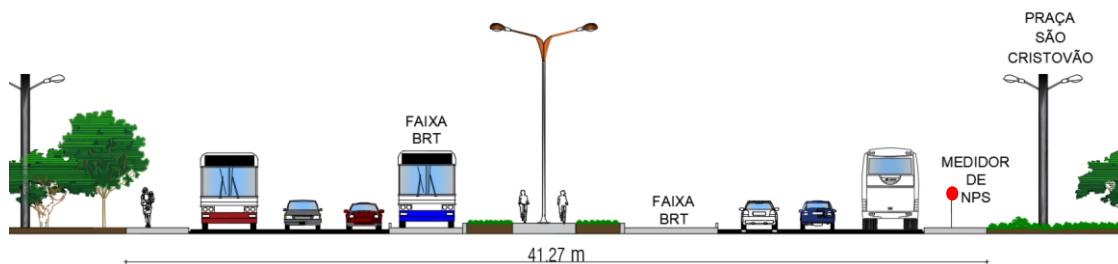
Fonte: Autora, 2019.

Figura 14 - Planta de usos do solo - Av. Almirante Barroso ponto 1 rotatória Júlio Cesar.



Fonte: Autora, 2019.

Figura 15 - Perfil Av. Almirante Barroso ponto 1 rotatória Júlio Cesar.



Fonte: Autora, 2019.

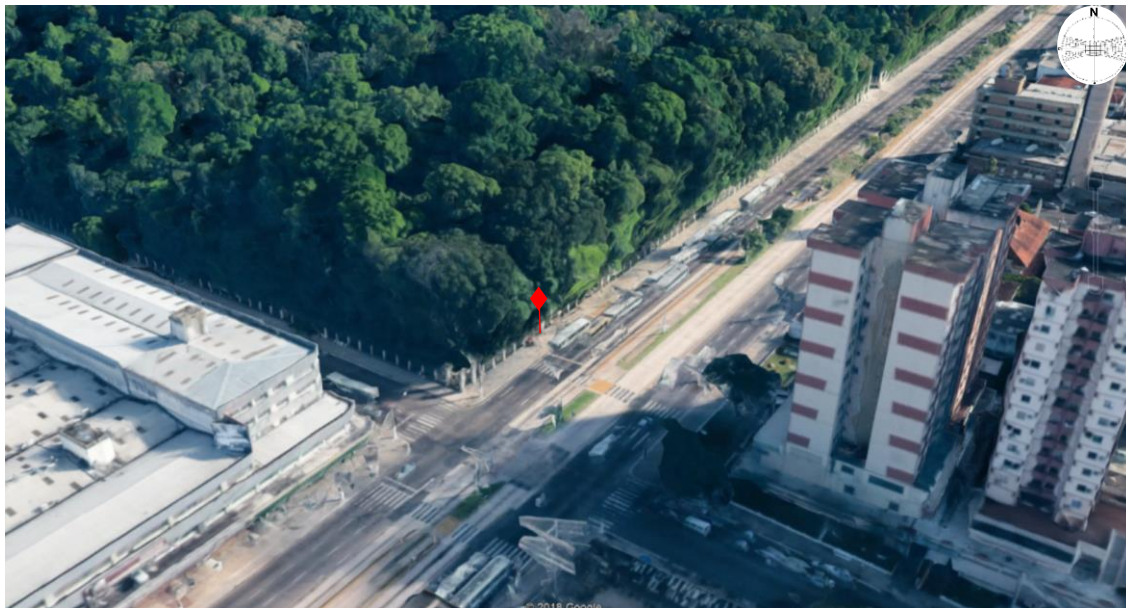
Figura 16 - Panorâmica da Av. Almirante Barroso ponto 1 rotatória Júlio Cesar.



Fonte: Autora, 2018.

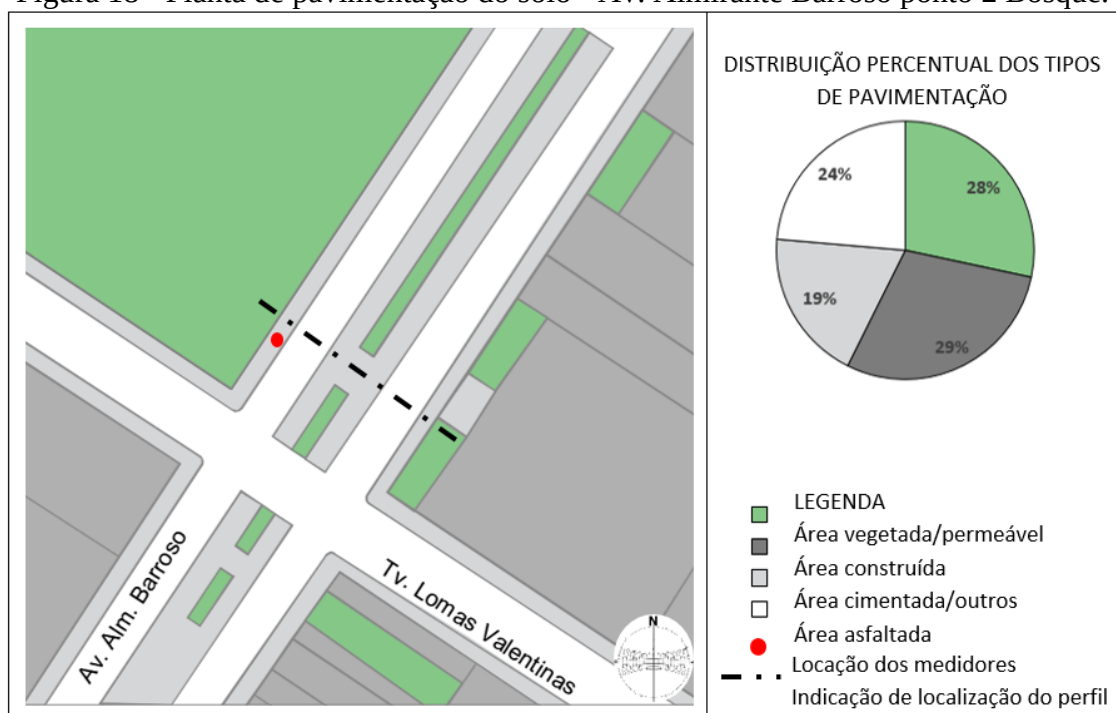
O **ponto 2** denominado “Bosque” (ver Fig. 17) localiza-se em frente ao Jardim Botânico Rodrigues Alves e próximo a Travessa Lomas Valentinas. Uma das faces de quadra adjacentes ao ponto corresponde a uma intensa arborização devido ao Jardim Botânico e a outra, exibe um edifício de quinze andares e prédios de um e dois andares, todos em alvenaria comum revestidos com pintura e/ou cerâmica e janelamento em vidro. Acerca do tipo de pavimentação o ponto apresenta em sua maior parte áreas ocupadas por edificações (29%), seguida por vegetação e área permeável (28%), área asfaltada (24%) e em menor quantidade áreas cimentadas/piso duro (19%). O maior percentual de utilização do solo foi para “outros” (41%), classificação utilizada pela prefeitura para o Jardim Botânico, e depois uso misto (32%), em contrapartida o residencial ocupou a menor contribuição (6%).

Figura 17 - Foto aérea da Av. Almirante Barroso ponto 2 Bosque e localização do instrumento sinalizado em vermelho.



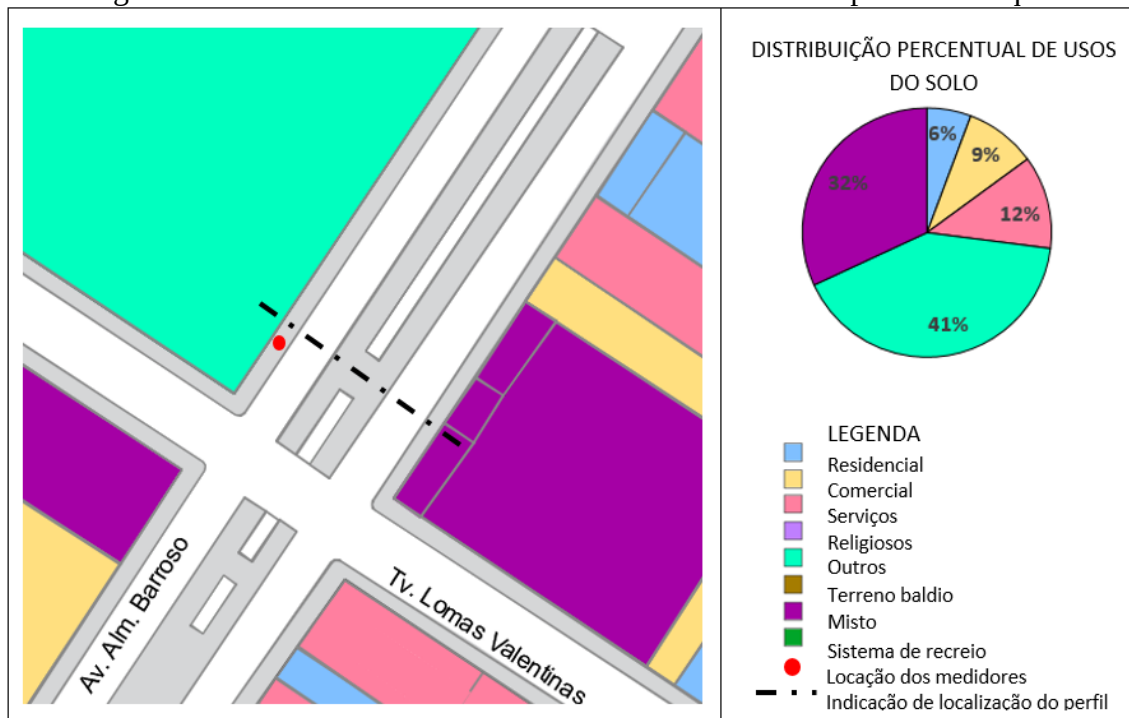
Fonte: Google Earth, 2018.

Figura 18 - Planta de pavimentação do solo - Av. Almirante Barroso ponto 2 Bosque.



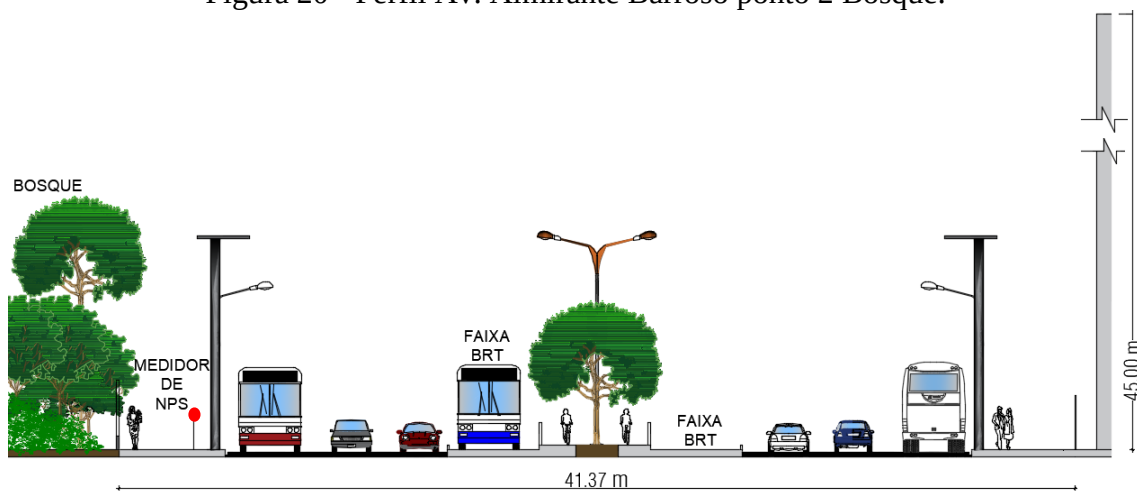
Fonte: Autora, 2019.

Figura 19 - Planta de usos do solo - Av. Almirante Barroso ponto 2 Bosque.



Fonte: Autora, 2019.

Figura 20 - Perfil Av. Almirante Barroso ponto 2 Bosque.



Fonte: Autora, 2019.

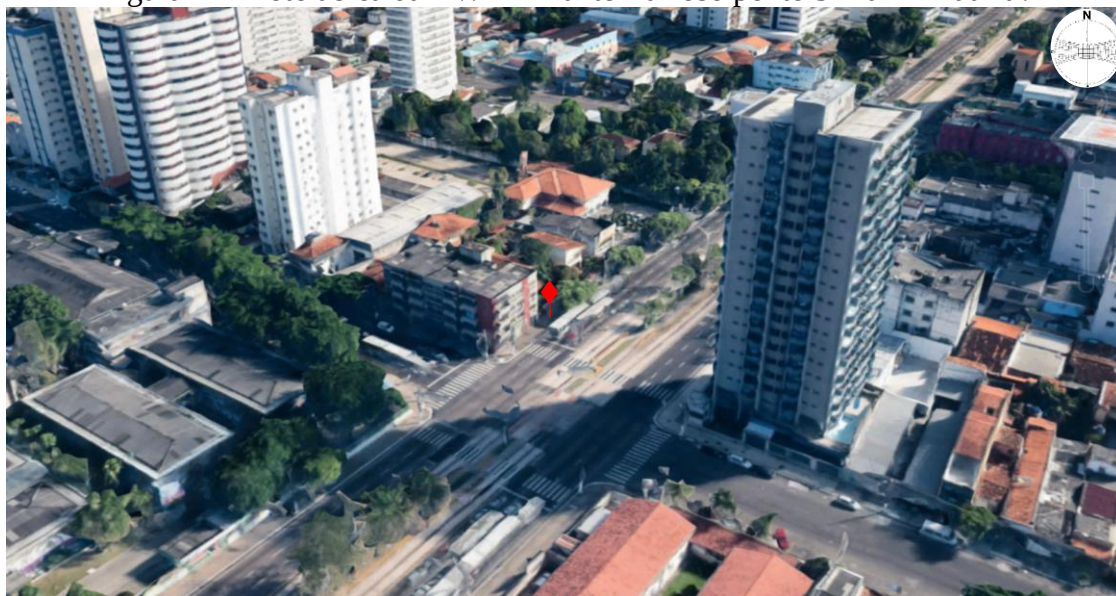
Figura 21 - Panorâmica da Av. Almirante Barroso no ponto 2 Bosque.



Fonte: Autora, 2018.

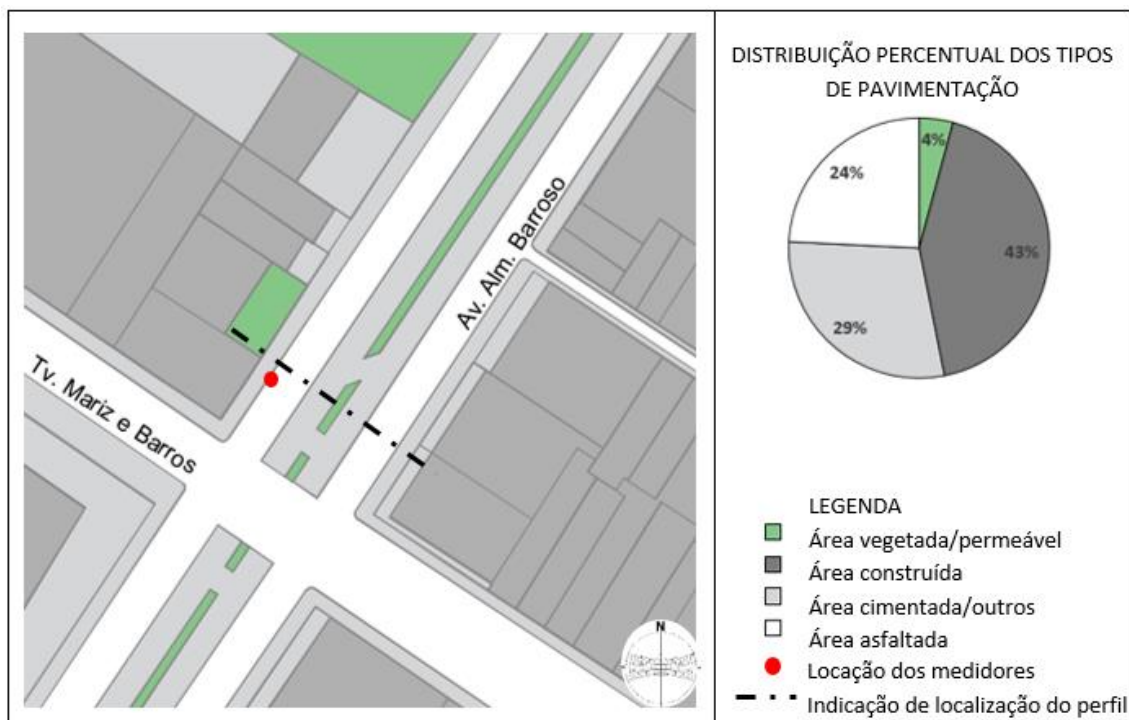
O **ponto 3** denominado “Mariz-Mauriti” (ver Fig. 22) se situa entre a Travessa da Estrela, antes “Tv. Mariz e Barros”, e a Travessa Mauriti. O trecho possui um prédio de quatro pavimentos e outros de dois a um andar em um dos lados da avenida, e no outro um edifício de vinte andares, um de quatro andares e outros de dois a um pavimento, todos em alvenaria comum revestidos com pintura ou cerâmica e janelamento em vidro. Este ponto oferece a maior parcela de sua área com edificações (43%), seguido de solo cimentado/piso duro (29%) e pouquíssima área vegetada/solo macio (4%). O uso do solo em sua maioria se dá pelo setor residencial (52%), em seguida pelo de serviços (36%) e em terceiro pelo de comércio (6%).

Figura 22 - Foto aérea da Av. Almirante Barroso ponto 3 Mariz-Mauriti.



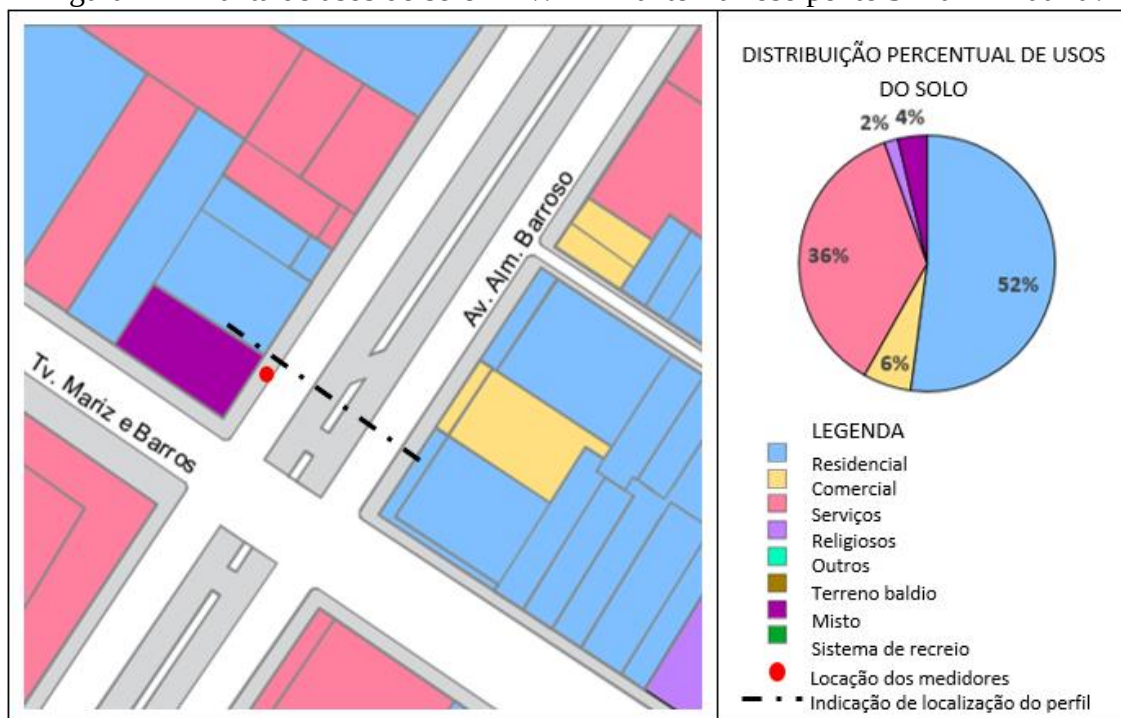
Fonte: Google Earth, 2018.

Figura 23 - Planta de pavimentação do solo - Av. Almirante Barroso ponto 3 Mariz-Mauriti.



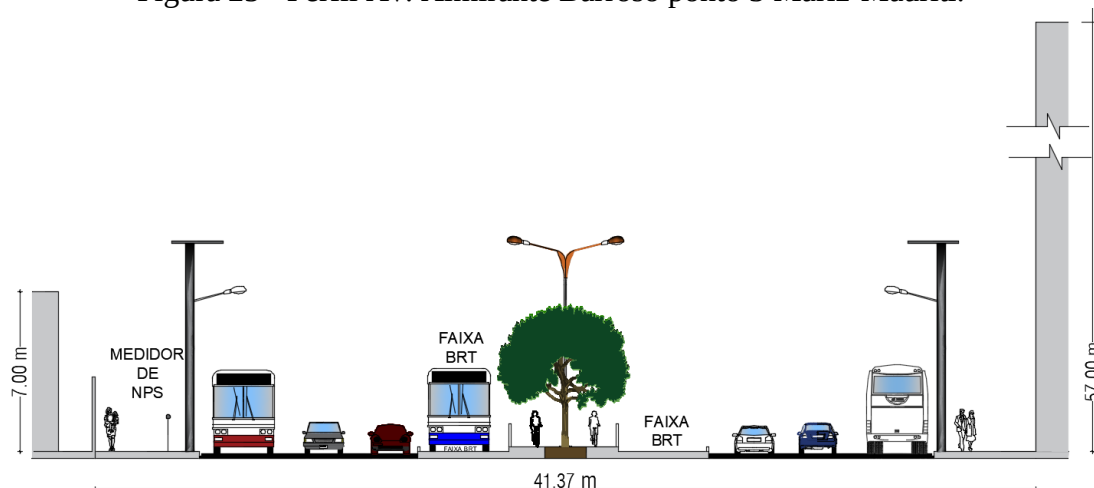
Fonte: Autora, 2019.

Figura 24 - Planta de usos do solo - Av. Almirante Barroso ponto 3 Mariz-Mauriti.



Fonte: Autora, 2019.

Figura 25 - Perfil Av. Almirante Barroso ponto 3 Mariz-Mauriti.



Fonte: Autora, 2019.

Figura 26 - Panorâmica da Av. Almirante Barroso ponto 3 Mariz-Mauriti.



Fonte: Autora, 2019.

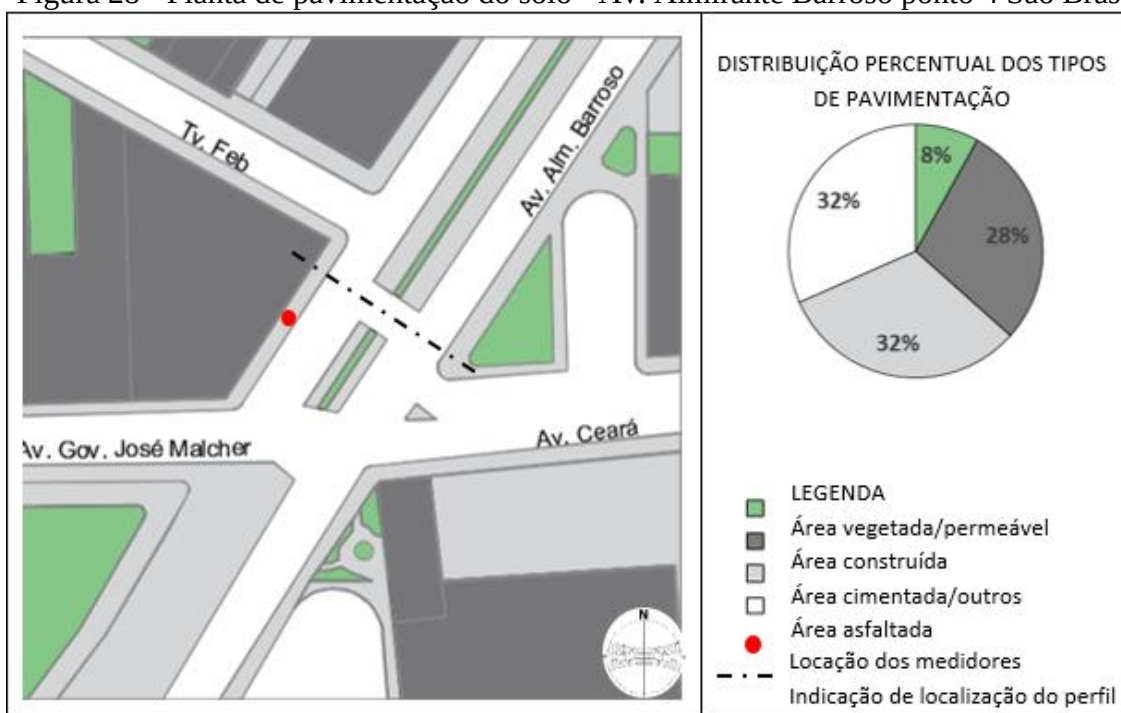
O **ponto 4** denominado “São Brás” (ver Fig. 27) está localizado entre a Travessa Feb e a Av. Governador José Malcher, importante via na cidade e com classificação similar a av. Almirante Barroso, corredor de tráfego, devido ao seu grande volume de tráfego de acordo com a LCCU nº 02, de 19 de julho de 1999. A área apresenta uma edificação de três andares, e no entorno um prédio de quatorze andares e outras de dois andares, entre elas o Terminal Rodoviário de Belém. A pavimentação local em sua maioria é formada por piso cimentado/piso duro (32%) e asfalto (32%), 28% de edificações e somente 8% de vegetação/solo macio. O solo é destinado em maior quantidade para uso misto (57%) e em seguida pelo setor comercial (18%). Vale ressaltar duas condições específicas existentes, a presença de praças adjacentes que proporcionam ao ponto uma expansão do ambiente e, a proximidade com o corredor da Av. José Malcher, que possibilita a adição de muitas fontes a dinâmica do espaço.

Figura 27 - Foto aérea da Av. Almirante Barroso ponto 4 São Brás.



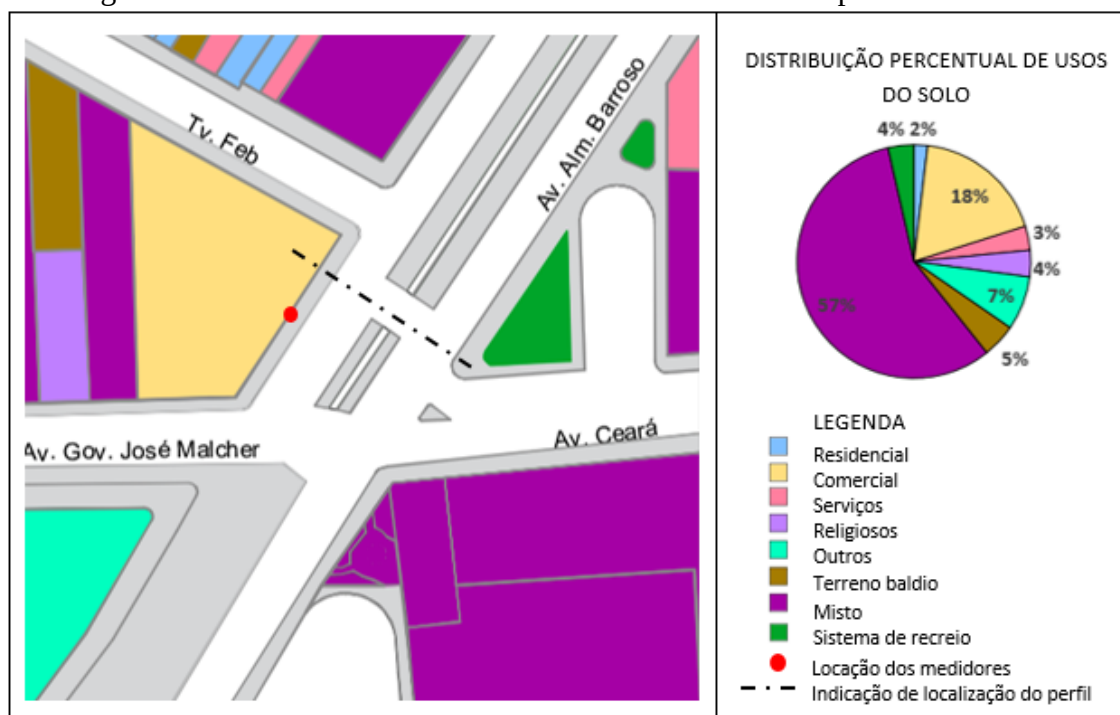
Fonte: Google Earth, 2018.

Figura 28 - Planta de pavimentação do solo - Av. Almirante Barroso ponto 4 São Brás.



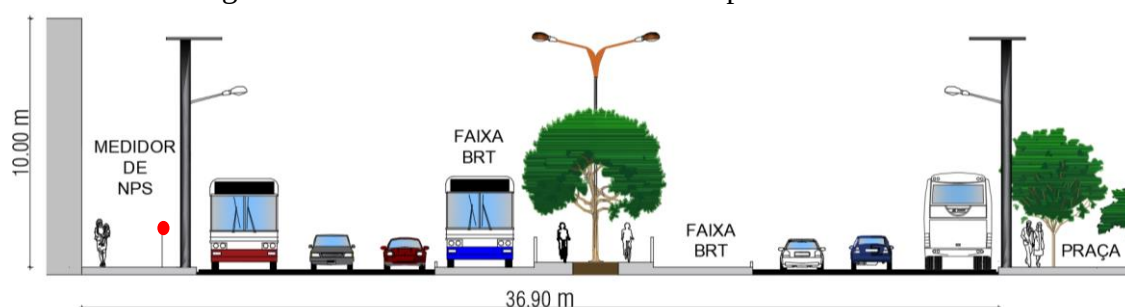
Fonte: Autora, 2019.

Figura 29 - Planta de usos do solo - Av. Almirante Barroso ponto 4 São Brás.



Fonte: Autora, 2019.

Figura 30 - Perfil Av. Almirante Barroso ponto 4 São Brás.



Fonte: Autora, 2019.

Figura 31 - Panorâmica da Av. Almirante Barroso ponto 4 São Brás.



Fonte: Autora, 2019.

O monitoramento ambiental dos perímetros citados foi realizado em três dias, 19, 20 e 26 de julho no ano de 2018, e em cada dia em três períodos, das 7:00 horas as 8:30 horas, 9:30 horas as 12:00 horas, e de 12:00 horas as 13:30 horas. Foi programado cada ponto receber 1 coleta no primeiro período, duas no segundo período e uma no terceiro período, sendo cada coleta com dez minutos de duração cada. Foram coletados dados de

ruído, de concentração de dióxido de carbono (CO₂), e os de clima, temperatura e umidade, todos coletados simultaneamente.

Os dados acústicos monitorados foram feitos através do Sonômetro Solo classe 1 (figura 33), em LAeq (modelo de nível indicado pela NBR 10.151), na escala de ponderação A e resposta rápida, após calibração por calibrador da marca 01dB, bem como realizadas de acordo com os parâmetros discriminados na NBR 10151/2000 para avaliação de ruído em áreas habitadas no exterior de edificações, ou seja, a 1,2 metros do piso e a 2 metros de quaisquer superfícies, e microfone com protetor a fim de prevenir o efeito dos ventos.

Os dados referentes a concentração de CO₂ foram registrados por meio do Telaire 7001 (figura 32) em unidade de parte por milhão (ppm), e segundo as recomendações de Correia e Oliveira (2009) *apud* Brabo e Miyagawa (2014), a altura de 1,2 metros e próximo a circulação de pessoas. Foi executada uma leitura instantânea e registro das concentrações de 20 em 20 segundos para retirada de média aritmética durante o intervalo de monitoração adotado de 10 minutos tendo em vista a obtenção de um resultado médio de CO₂ para posterior comparação e análise em relação a um LAeq. A coleta das variáveis climáticas de temperatura e umidade se deram pelo Termo Higrômetro Digital (figura 34) da marca Minipa, a 1,2 metros do solo.

Instrumentos utilizados no experimento:

- Instrumento 1: Telaire 7001 n° de série: 1077631. Realiza medição de concentração de dióxido de carbono, temperatura ambiente e taxa de ventilação.
- Instrumento 2: Sonômetro Solo classe 1 n° de série: 61776. Medição de ruídos/níveis sonoros, LAeq em bandas de até 1/3 de oitava.
- Instrumento 3: Termo Higrômetro Digital marca Minipa n° de série: 86.5.22-10-08. Monitoramento ambiental de temperatura do ar e umidade relativa do ar.

Figura 32 - Instrumento para medição de CO₂ – Telaire 7001.



Fonte: Manual Telaire 7001.

Figura 33 - Instrumento para medição acústica – Solo Sonomètre.



Fonte: Autora, 2019.

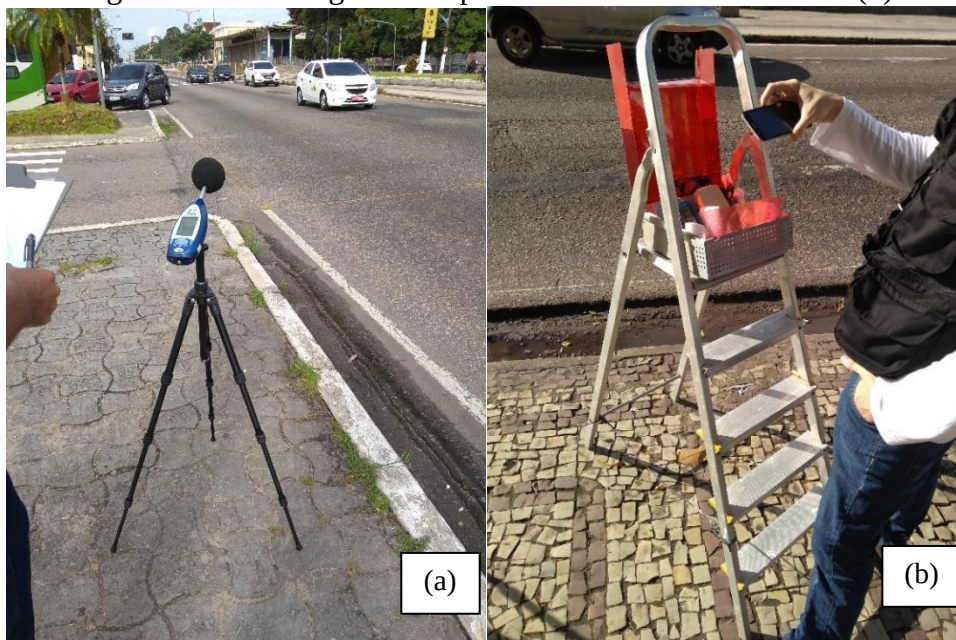
Figura 34 - Termo Higrômetro Digital.



Fonte: Autora, 2019.

A locação dos instrumentos foi feita na calçada em dos lados da avenida e aproximadamente 20 metros das esquinas. O sonômetro ficou disposto em tripé (figura 35-a), e o Telaire, juntamente com o termo higrômetro, ficou sobre pedestal e em abrigo de acrílico para proteção de chuvas desenvolvido pelo LADEC/FAU/UFPA (figura 35-b).

Figura 35 - Sonômetro Solo sobre tripé durante o monitoramento (a); Telaire e Termo Higrômetro em abrigo sobre apoio durante o monitoramento (b).



Fonte: Autora, 2019.

Concomitantemente às medições de ruído, concentração de CO₂, temperatura do ar e umidade relativa do ar nos pontos selecionados houve a contagem da quantidade de veículos na Avenida Almirante Barroso durante 5 minutos em cada coleta.

3.2.3. 3ª Etapa

Nesta etapa, o tratamento dos dados extraídos do monitoramento em campo ocorreu em *software Excel 2013*. O tratamento dos dados competiu a organização e planilhamento dos dados extraídos dos instrumentos, a construção dos gráficos do perfil climatológico, de LAeq, de concentração de CO₂ e de dispersão, bem como aos gráficos e cálculos pertinentes a porosidade e a relação W/H.

A etapa de visualização da correlação entre as grandezas LAeq e CO₂ se deu a partir da técnica de análise estatística determinada através do diagrama de dispersão para visualização da força e grau dessa relação. A partir deste tipo de gráfico é possível quantificar esta associação ao se extrair o coeficiente de correlação linear representado por “*r*”, que é uma medida do grau de dependência linear entre as duas variáveis *x* e *y*, ou seja, dos valores de CO₂ e LAeq no caso deste estudo. Abaixo a tabela com as significações dos intervalos de valores que podem ser obtidos:

r	Relação entre x e y
= 1	Linear perfeita (e positiva)
= 0	Inexistência de relação linear
= -1	Linear perfeita (e negativa)
> 0	Linear positiva
< 0	Linear negativa

Fonte: Morettin; Bussab, 2010. Adaptado.

Vale ressaltar que *r* sempre possuirá a condição $-1 \leq r \leq 1$, portando, quanto mais próximo de -1 maior é a correlação negativa; quanto mais próximo de 1 maior é a correlação positiva; e quanto mais próximo de 0 menor é a correlação linear.

Os dados urbanísticos para cada ponto foram contabilizados em um raio de 80 metros com centro no canteiro central da avenida e referência linear nos pontos de locação dos instrumentos na calçada. A contagem de áreas para os quesitos de porosidade e tipos pavimentação se constituíram através da base atualizada dos pontos em *software*

AutoCAD 2015 e posterior inserção dos valores encontrados no *software Excel 2013* para construção dos gráficos. O índice de porosidade foi extraído a partir da relação entre os espaços vazios, áreas não edificadas e a área total compreendida pela somatória das áreas cheias, que são as áreas edificadas, mais as vazias. A equação utilizada foi a seguinte:

$$i_p = \frac{A_v}{A_t} \quad (\text{Eq. 03})$$

Sendo i_p o índice de porosidade, A_v a área vazia não edificada, e A_t a área total eleita.

A análise da relação largura e altura dos espaços (W/H) entre os edifícios em relação a calha da via partiu do exposto por Romero (2015). Onde o “W” corresponde a largura da via mais a largura dos passeios extraída dos arquivos digitais e conferidas in loco e, “H” é a altura das médias dos gabaritos das edificações com 3 metros para cada pavimento mais 2 metros de cobertura. Sendo:

$$x = \frac{W}{H} \quad (\text{Eq. 04})$$

Onde x é o valor da relação, W é a largura da via mais passeios laterais, e H é a média das alturas dos edifícios.

As relações obtidas como resultado da equação acima quanto mais estiverem próximas das áreas de alta densidade mais dificultam a dispersão dos poluentes e dos ruídos e podem ser interpretadas de acordo com a tabela 2:

Tabela 3 - Significado da relação W/H.

x	Significado
1/8; 1/4; 1/2	Áreas de densidade alta, consideradas espaços claustrofóbicos
1; 2; 3	Áreas de densidade média, consideradas espaços de recolhimento
≥ 4	Áreas de densidade baixa, consideradas espaços expansivos

Fonte: Romero, 2015. Adaptado.

A representação gráfica dos resultados de concentração de CO₂ e LAeq foi feita através da geração de mapas em escala de cores quente-frio em programa de simulação computacional *QuantumGis* versão 2.14.22, sob o método de análise de interpolação *Inverse Distance Weighting* (IDW), de acordo com indicação de literaturas (MACHADO *et al.*, 2015; ALMEIDA *et al.*, 2018; BESSA *et al.*, 2017). Este método utiliza uma

ponderação matemática como ferramenta baseado no pressuposto do inverso da distância, quanto mais perto uma amostra da outra, maior será o peso atribuído entre elas e quanto mais distante, menor o peso considerado entre elas.

Por fim, após a finalização do tratamento dos dados foram discurridas as análises diante dos resultados obtidos e verificação do perfil de correlação entre a paisagem sonora e a concentração de CO₂ diante das características urbanísticas dos quatro trechos selecionados ao longo avenida.

CAPÍTULO 4 - RESULTADOS E DISCUSSÃO

Neste tópico serão expostos os resultados e a discussão dos mesmos após tratamento dos dados de LAeq, concentração de CO₂, temperatura do ar, umidade relativa do ar e das características urbanísticas obtidos em campo na fase experimental e levantadas ao longo do processo de elaboração deste trabalho. Foram programadas quatro coletas em cada um dos três dias de medição por ponto totalizando doze medidas nos pontos, porém nos pontos Mariz-Mauriti e São Brás no primeiro dia de medição, no período que caberia duas medições consecutivas, houve a ocorrência de precipitação o que inviabilizou uma medida em cada ponto, devido a indicação pela NBR 10.151 de não monitoramento de ruído urbano quando houver interferência de fenômenos da natureza, resultando em somente onze medidas no total para cada trecho mencionado.

4.1. PERFIL CLIMATOLÓGICO DOS PONTOS

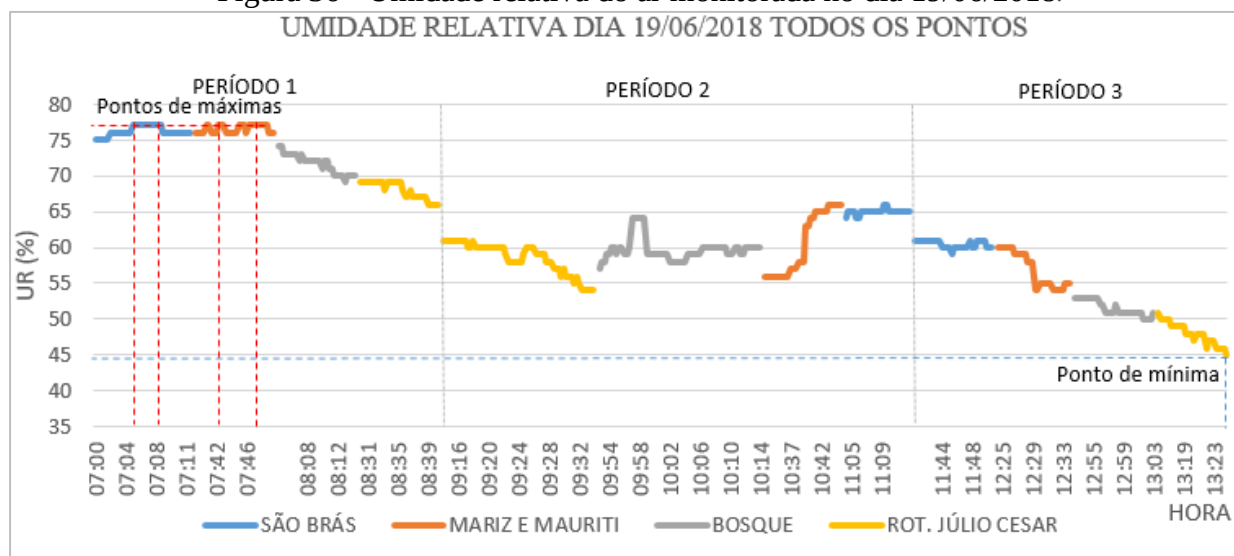
O perfil climatológico das áreas em análise está nas figuras de 36 a 41, separados por grandeza de acordo com os três dias monitorados. A umidade relativa do ar apresentou uma curva de modo geral similar nos três dias, como já esperado, com picos na primeira porção da manhã e os menores valores no início da tarde. Teve o maior valor de 77% no primeiro dia, 19/06/2018, nos pontos de São Brás e Mariz-Mauriti no período de 7 as 8 horas e, o menor valor de 38% no último dia, 26/06/2018, no ponto rotatória Júlio Cesar as 13:50 horas.

A temperatura ambiental obteve perfil semelhante nos três dias com mínimas no início das medições e máximas no final das medições, ou seja, início da tarde. A máxima 38,6 °C ocorreu no último dia, 26/06/2018, na rotatória Júlio Cesar as 13:50 e a mínima de 26,2 °C no ponto São Brás no primeiro dia, 19/06/2018 de 7 as 7:10 horas.

As variações bruscas/abruptas momentâneas ao longo das curvas dos gráficos podem ter respostas no padrão de céu, ou seja, nos fenômenos ambientais locais apresentados no instante do monitoramento, como chuva fraca ou nebulosidade alta, que acabaram bloqueando a insolação direta. Um exemplo do exposto foi o ponto Mariz-Mauriti no dia 19/06/2018, das 10:34 as 10:44 horas, o qual apresentou umidade relativa do ar inicialmente de 56% nos primeiros minutos do intervalo citado sem precipitação e foi até 66% devido ao início de precipitação.

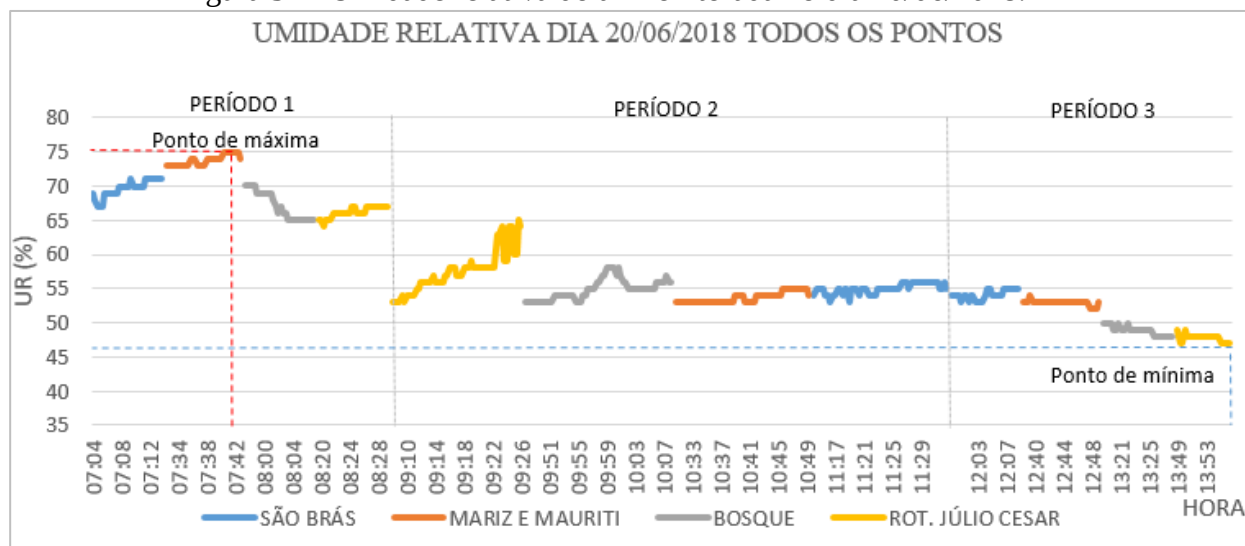
O caminho traçado pelas grandezas como já conhecido, ocorreu no estudo em todos os dias, no primeiro período, maior umidade e menor temperatura, e no último período, menor umidade e maiores temperaturas e uma amplitude típica para o período anual na cidade.

Figura 36 - Umidade relativa do ar monitorada no dia 19/06/2018.



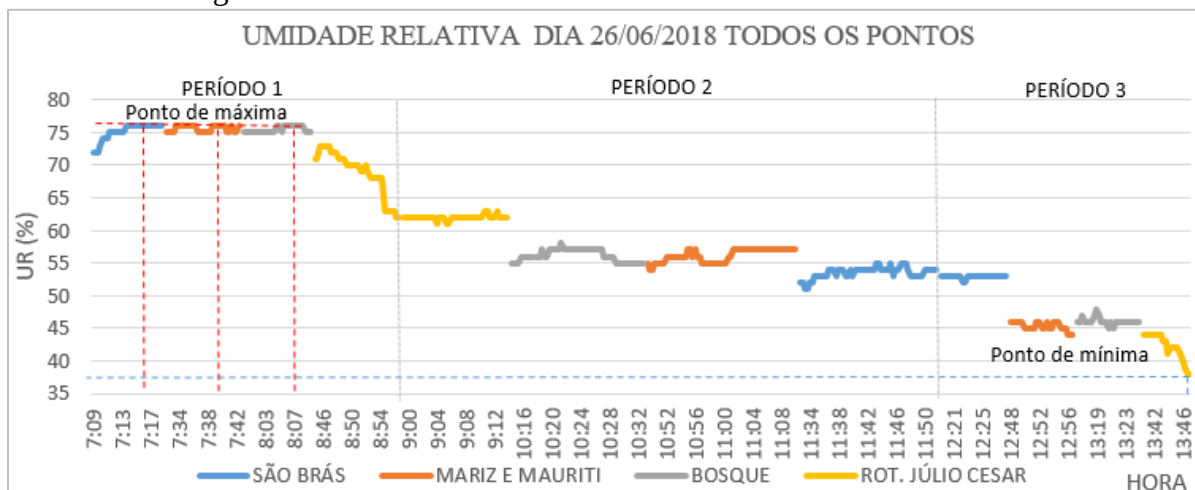
Fonte: Autora, 2019.

Figura 37 - Umidade relativa do ar monitorada no dia 20/06/2018.



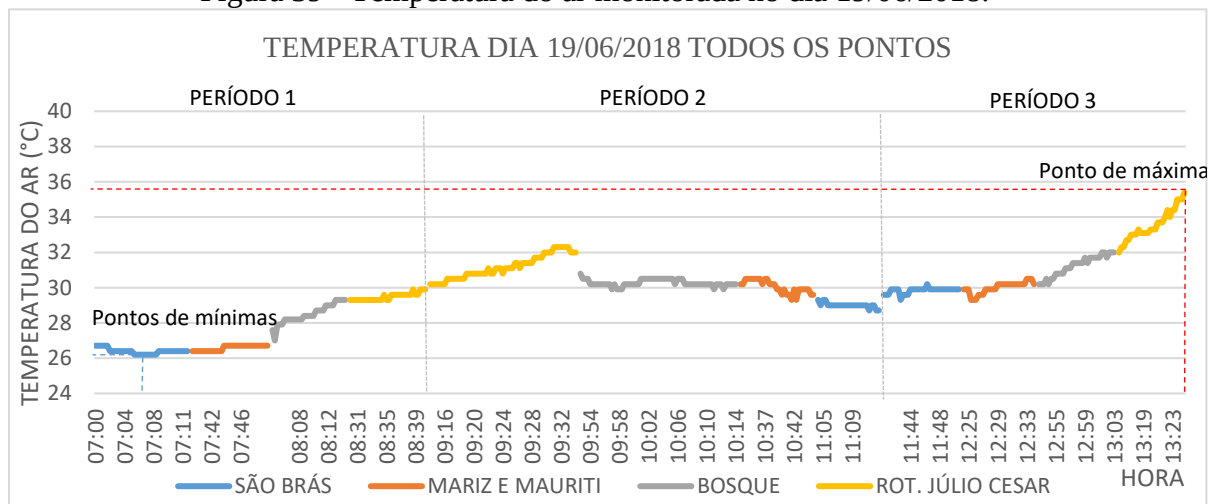
Fonte: Autora, 2019.

Figura 38 - Umidade relativa do ar monitorada no dia 26/06/2018.



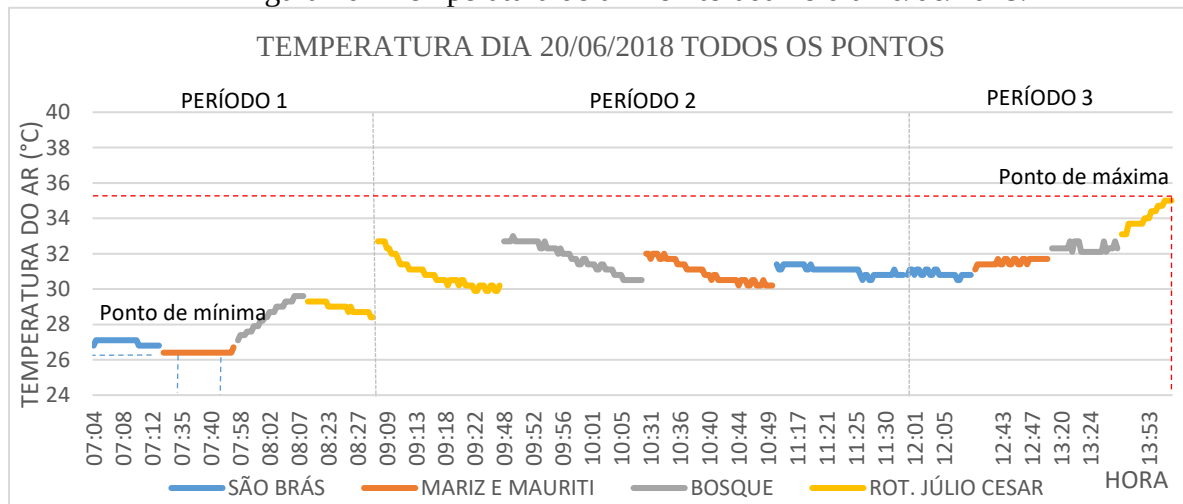
Fonte: Autora, 2019.

Figura 39 - Temperatura do ar monitorada no dia 19/06/2018.



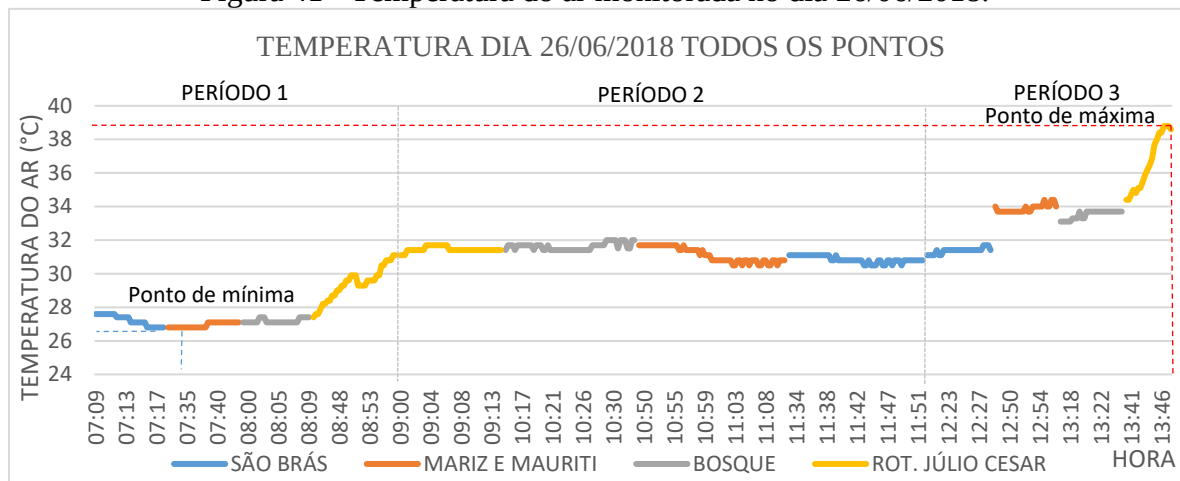
Fonte: Autora, 2019.

Figura 40 - Temperatura do ar monitorada no dia 20/06/2018.



Fonte: Autora, 2019.

Figura 41 - Temperatura do ar monitorada no dia 26/06/2018.



Fonte: Autora, 2019.

4.2. PERFIL AMBIENTAL DO PONTO 1

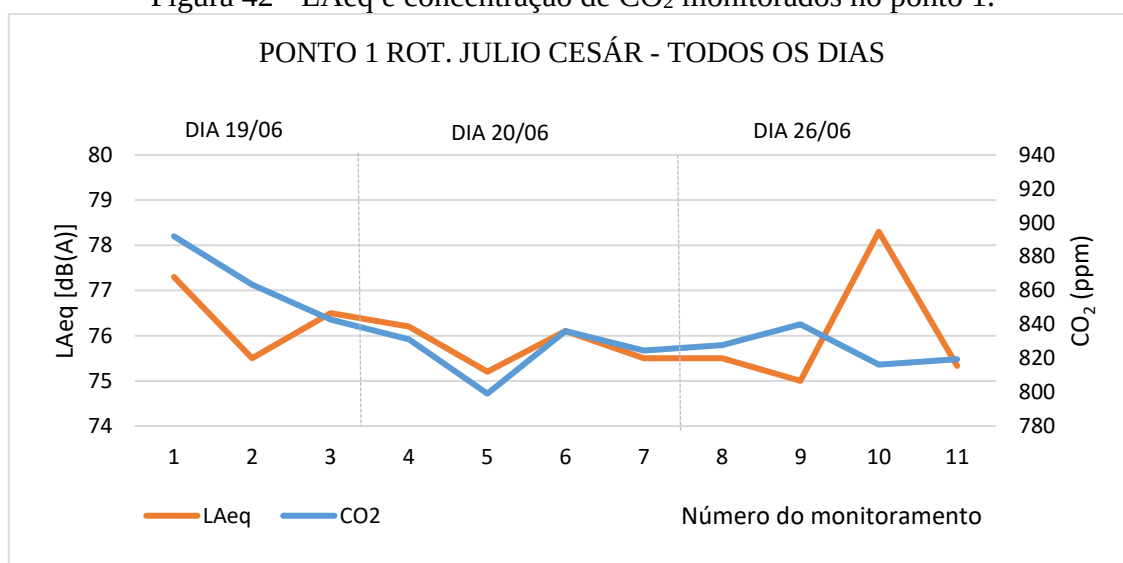
O ponto 1, denominado rotatória Júlio Cesar, obteve 12 medidas, porém as figuras seguintes correspondentes ao mesmo só apresentarão 11, tendo em vista a intenção de proporcionar ao mesmo um comparativo quantitativamente igual em relação aos outros dois pontos que possuíram somente 11 em virtude da situação já exposta anteriormente. A figura 42 demonstra os resultados coletados para LAeq e CO₂ concomitantemente, de acordo com o número da medição e a sua distribuição entre os três dias ocorridos.

O LAeq obteve menor valor de 75 dB(A) no dia 26/06/2018 e o maior de 78,5 dB(A) no mesmo dia, acusando uma variação de 3,5 dB(A) para o ponto. No primeiro dia o ruído oscilou de 77,5 dB(A) na medição 1 a 75,5 dB(A) na medição 2. No segundo dia alterou de aproximadamente 75 dB(A) na medição 5 para 76 dB(A) na medição 6. No último dia houve uma variação acentuada da medição 9 com 75 dB(A) para a medição 10 de 78,5 dB(A) que foi realizada 10 minutos depois. O perfil da curva de LAeq para os três dias se manteve oscilando em torno de um eixo horizontal.

O CO₂ no primeiro dia decresceu desde a primeira medição de número 1 com 891,97 ppm até a de número 3 com 842,88 ppm. No segundo dia obteve comportamento semelhante ao LAeq para o dia, no que diz respeito a trajetória da oscilação, indo de 799,13 ppm na medição de número 5 a 836,04 ppm na medição 6. No terceiro dia oscilou entre 840,08 ppm na medição 9 para 816,24 ppm na de número 10. O padrão do perfil da curva para esta grandeza foi decrescente desde o dia 19 até o dia 26, acusando o máximo de 892 ppm na primeira medida e mínimo de 799 ppm na quinta.

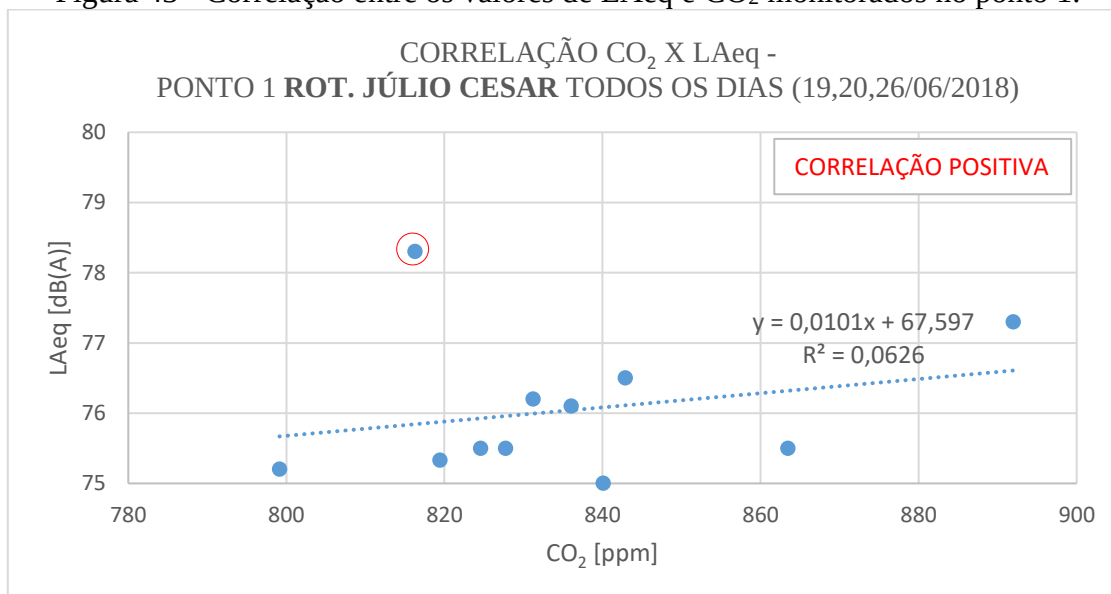
A figura 43 demonstra o gráfico de dispersão que exibe a correlação entre os valores obtidos no monitoramento para o ponto 1 em todos os dias entre as grandezas LAeq e CO₂ em análise. Foi obtida uma correlação positiva devido a linha de tendência acusar o crescimento para o lado direito, ou seja, há a existência de associação entre as variáveis pois a variabilidade de LAeq está aumentando com crescimento de CO₂. O coeficiente de correlação linear extraído próximo a zero equivalente a 0,0626, possibilitou identificar uma correlação positiva fraca com grau de associação linear de aproximadamente 6% para o ponto. A maioria dos pontos do gráfico derivados do encontro entre as medições simultâneas de LAeq e CO₂ não apresentaram afastamento atípico da reta para compor a linha de tendência, exceto o ponto formado pela relação entre os valores 816,24 ppm e 78,5 dB(A) coletados no dia 26/06/2018 na medição de número 10 que se apresentou disperso do conjunto, o mesmo se encontra em destaque dentro de um círculo vermelho.

Figura 42 - LAeq e concentração de CO₂ monitorados no ponto 1.



Fonte: Autora, 2019.

Figura 43 - Correlação entre os valores de LAeq e CO₂ monitorados no ponto 1.



Fonte: Autora, 2019.

4.3. PERFIL AMBIENTAL DO PONTO 2

O ponto 2, denominado Bosque, obteve 12 medidas, porém será inserido sob a mesma condição do ponto anteriormente exposto, ou seja, apresentará somente 11 medidas. A figura 44 demonstra os resultados coletados para LAeq e CO₂ concomitantemente, de acordo com o número da medição e a sua distribuição entre os três dias ocorridos.

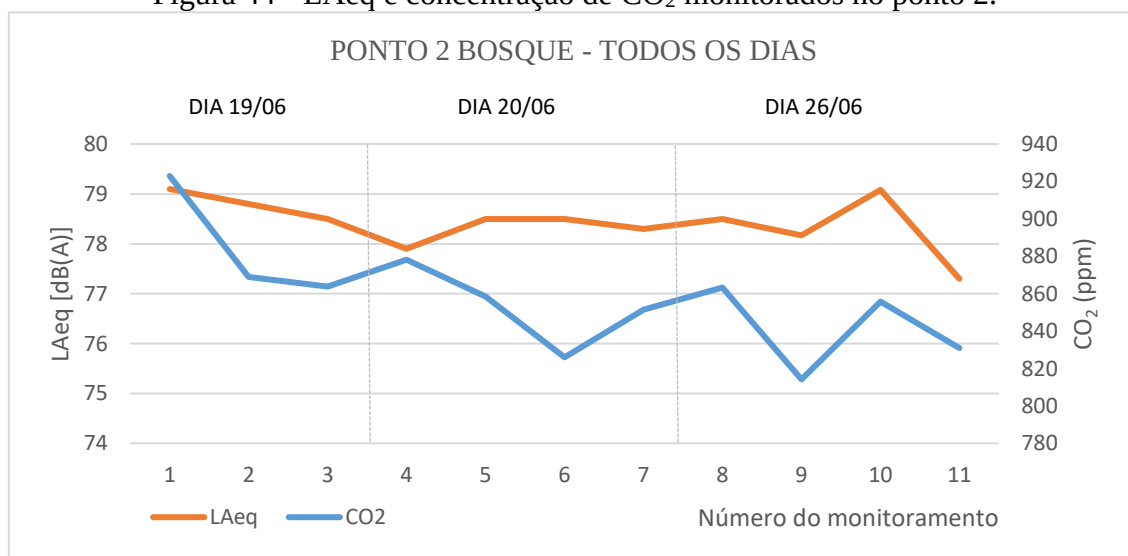
O LAeq obteve menor valor de aproximadamente 77 dB(A) medição 11 no dia 26/06 e o maior de 79 dB(A) nos dias 19/06 na medição 1, e no dia 26/06/2018 na medição 10, acusando uma variação de 2 dB(A) para o ponto. No primeiro dia o ruído permaneceu em torno de 79 dB(A) em todas as medições. No segundo dia houve uma alteração de 78 dB(A) na medição 4 para 78,5 dB(A) na medição 7. No último dia houve uma variação de 1 dB(A) no intervalo entre a medição 8 com 78,5 dB(A) para a medição 11 de 77,5 dB(A). O perfil da curva de LAeq para os três dias se manteve em torno de um eixo horizontal.

O CO₂ no primeiro dia decresceu desde a primeira medição de número 1 com 922,96 ppm até a de número 3 com 863,81 ppm. No segundo dia o seu comportamento decresceu desde a primeira medição do dia, correspondente a de número 4, de 878,19 ppm até a terceira medição do dia, a de número 6, equivalente a 825,93 ppm, e subindo

até 851,52 ppm na última medição do dia, a de número 7 da figura 44. No terceiro dia as medições desenvolveram uma trajetória oscilante desde a primeira de número 8 até a última de número 11, com valores de 863,31 ppm, 814,19 ppm, 855,79 ppm e 830,96 ppm respectivamente. O padrão do perfil da curva para esta grandeza foi decrescente desde o dia 19 até o dia 26, a sua máxima foi de 922,96 ppm no primeiro dia e de 814,19 ppm no último dia.

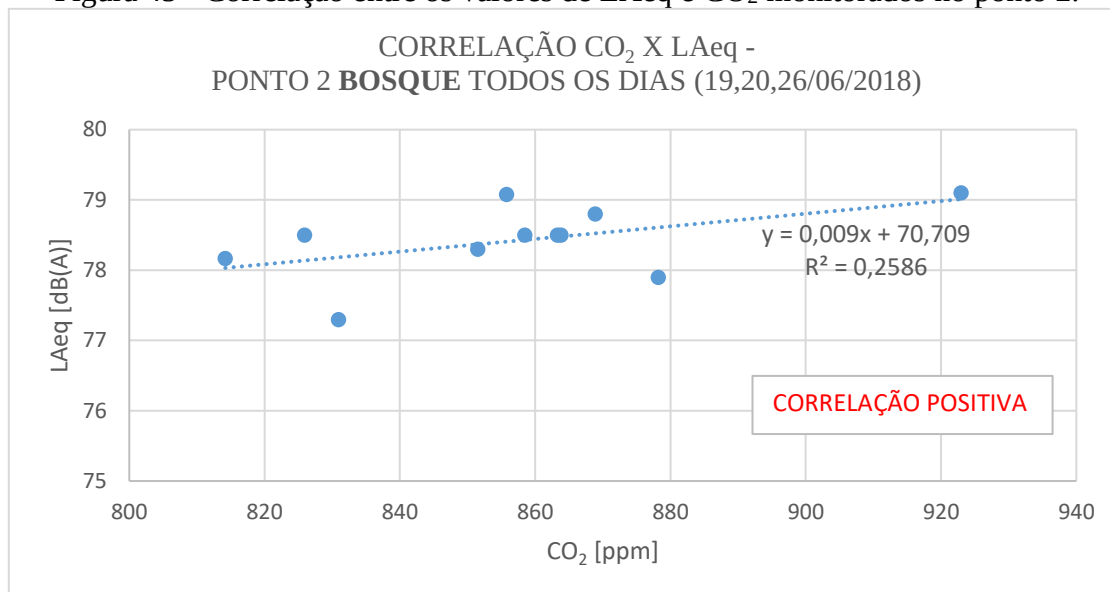
A figura 45 exibe a correlação entre os valores obtidos no monitoramento para o ponto 2 em todos os dias entre as grandezas LAeq e CO₂ em análise. Foi obtida uma correlação positiva devido a linha de tendência acusar o crescimento a direita, ou seja, há a existência de relação entre as variáveis pois a variabilidade de LAeq está aumentando com crescimento de CO₂. Portanto, o coeficiente de correlação linear extraído equivalente a 0,2586, possibilitou identificar uma correlação positiva fraca de aproximadamente 25% para o ponto. A coleção de pontos do gráfico da figura derivados da posição de cada dado entre as medições simultâneas de LAeq e CO₂ não apresentaram afastamento atípico da reta para compor a linha de tendência.

Figura 44 - LAeq e concentração de CO₂ monitorados no ponto 2.



Fonte: Autora, 2019.

Figura 45 - Correlação entre os valores de LAeq e CO₂ monitorados no ponto 2.



Fonte: Autora, 2019.

4.4. PERFIL AMBIENTAL DO PONTO 3

O ponto 3 Mariz-Mauriti, obteve 11 medidas, 1 a menos do que o estipulado em virtude da ocorrência de chuva como mencionado e a indicação de não monitoramento de ruído urbano pela normativa quando houver precipitação e também para segurança dos instrumentos. A figura 46 demonstra os resultados coletados para LAeq e CO₂ concomitantemente, de acordo com o número da medição e a sua distribuição entre os três dias ocorridos.

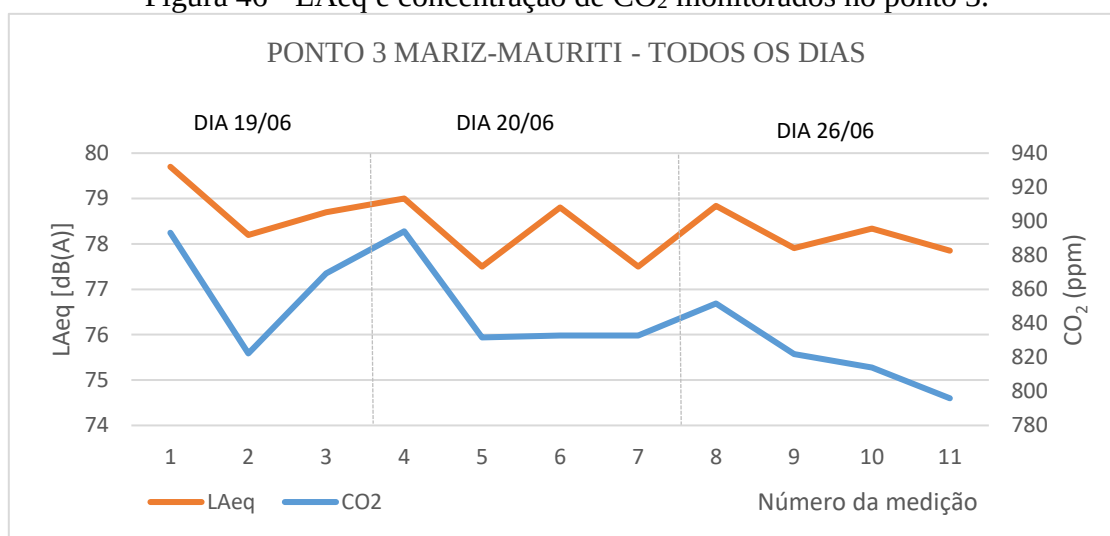
O LAeq obteve menor valor de 77,5 dB(A) no dia 20/06/2018 e o maior de aproximadamente 80 dB(A) no dia 19/06/2018, acusando uma variação de 2,5 dB(A) para o ponto. No primeiro dia o ruído oscilou em torno de 80 dB(A) na medição 1, para 78 dB(A) na medição 2 e 79 dB(A) na medição 3. No segundo dia obteve o mesmo comportamento de oscilação em todas as medições, 4, 5, 6, e 7, sendo 79 dB(A), 77,5 dB(A), 79 dB(A) e 77,5 dB(A) respectivamente. No último dia a primeira medição de número 8 acusou 79 dB(A), e as seguintes, 9, 10 e 11 obtiveram valores próximos a 78 dB(A). O perfil da curva de LAeq para os três dias se manteve em torno de um eixo.

O CO₂ no primeiro dia de medição possuiu comportamento semelhante ao LAeq para o dia em relação a trajetória da oscilação, obteve 893,24 ppm na medição de número 1, reduziu para 822,36 ppm na segunda e voltou a subir para 869,38 ppm na terceira. O segundo dia iniciou com 894,07 ppm e nas três medições seguintes para o ponto permaneceu em torno de 832 ppm. No terceiro dia o perfil formado pelos dados coletados

foi decrescente, iniciando com 851,63 ppm e reduzindo até 795,96 ppm na última medição. O padrão geral da curva para esta grandeza foi decrescente desde o dia 19 até o dia 26, acusando o máximo de 894,07 ppm no segundo dia e o mínimo de 795,96 ppm no último dia.

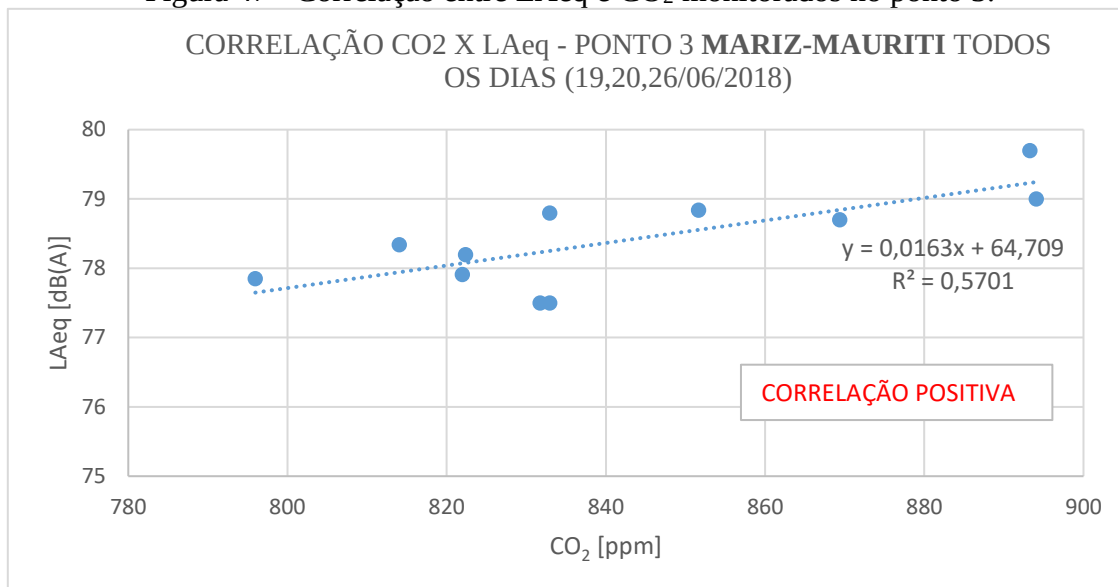
O gráfico de dispersão demonstrado na figura 47 exibe a correlação entre os valores obtidos no monitoramento para o ponto 3 em todos os dias entre as grandezas LAeq e CO₂ em análise. Foi obtida uma correlação positiva devido a linha de tendência acusar o crescimento a direita, ou seja, há a existência de relação entre as variáveis pois a variabilidade de LAeq está aumentando com crescimento de CO₂. Portanto, o coeficiente de correlação linear extraído equivalente a 0,5701, possibilitou identificar uma correlação positiva de aproximadamente 57% para o ponto. Os pontos do gráfico derivados do “encontro” entre as medições simultâneas de LAeq e CO₂ não apresentaram afastamento atípico da reta para compor a linha de tendência.

Figura 46 - LAeq e concentração de CO₂ monitorados no ponto 3.



Fonte: Autora, 2019.

Figura 47 - Correlação entre LAeq e CO₂ monitorados no ponto 3.



4.5. PERFIL AMBIENTAL DO PONTO 4

O ponto 4 São Brás, obteve 11 medidas, 1 a menos do que o estipulado em virtude da situação semelhante ao ponto anterior. Outra ocorrência registrada e que necessita de exposição foi a existência no entorno imediato de duas caixas de som, uma fixada em um poste e outra em bicicleta que estava parada para propaganda do comércio local. A figura 48 demonstra os resultados coletados para LAeq e CO₂ concomitantemente, de acordo com o número da medição e a sua distribuição entre os três dias ocorridos.

O LAeq obteve o menor valor de 75 dB(A) no dia 26/06/2018 e o maior de aproximadamente 79 dB(A) no dia 19/06, acusando uma variação de 4 dB(A) para o ponto. No primeiro dia o ruído foi crescente com valores próximos de 76,5 dB(A) na medição 1, até 79 dB(A) na medição 3. No segundo dia se iniciou com 75,5 dB(A), depois aumentou e oscilou próximo a 78 dB(A) nas seguintes e, na última reduziu novamente para 75 dB(A). Por fim, no dia 26/06, os três primeiros monitoramentos demonstraram níveis aproximados de 78 dB(A) e o último reduziu para 75 dB(A). O perfil da curva de LAeq para os três dias se manteve em torno de um eixo horizontal e com oscilações nos três dias.

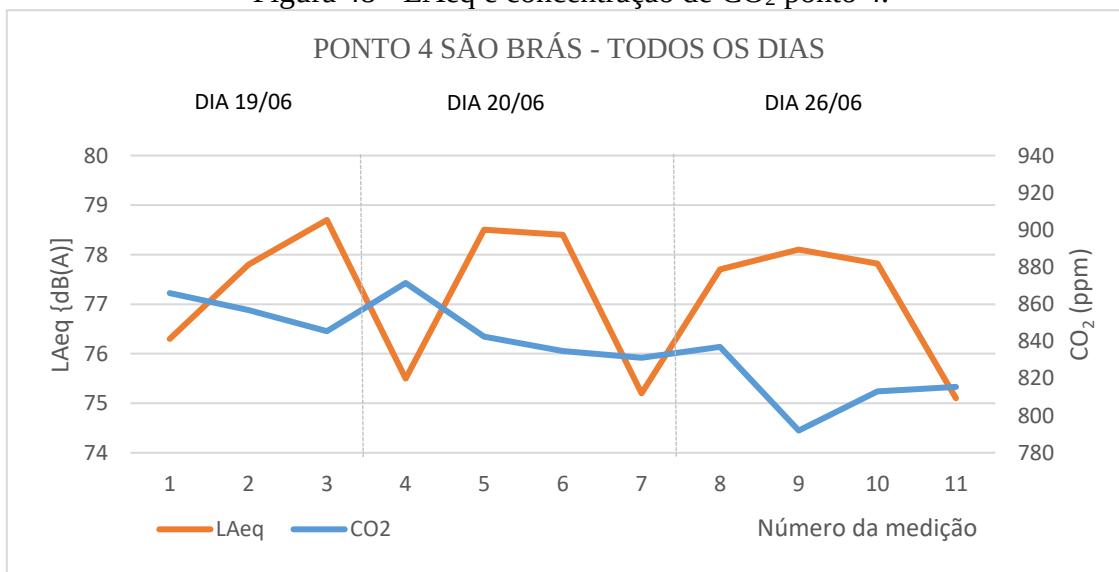
O CO₂ manifestou comportamento do perfil inverso ao LAeq para os dias 19 e 26/06. No primeiro dia foi decrescente, obteve 866 ppm na medição de número 1, 856,88 ppm na de número 2 e 845,37 ppm na de número 3. O segundo dia decresceu de 871,42 ppm até 831,14 ppm ao longo das quatro medições. No terceiro dia principiou com o

valor de 837 ppm, reduziu para 791,97 ppm e 813,04 ppm nas seguintes, crescendo para 815,46 ppm na última. O padrão geral da curva para esta grandeza foi decrescente desde o dia 19 até o dia 26, acusando o máximo de 871,42 ppm no segundo dia e o mínimo de 791,97 ppm no último dia.

O gráfico de dispersão exposto na figura 49 exhibe a correlação entre os valores obtidos no monitoramento para o ponto 4 em todos os dias entre as grandezas LAeq e CO₂ em análise. Foi obtida uma correlação negativa devido a linha de tendência acusar o crescimento para a esquerda, ou seja, a existência de relação entre as variáveis se dá de modo inverso, pois o aumento de LAeq não está associado com o crescimento de CO₂ e sim quando um aumenta o outro diminui de acordo com as condições encontradas. Portanto, o coeficiente de correlação linear extraído equivalente a 0,0271, possibilitou identificar uma correlação negativa de aproximadamente 2% para o ponto. Os pontos do gráfico derivados do encontro entre as medições simultâneas de LAeq e CO₂ apresentaram pontos dispersos da reta para compor a linha de tendência.

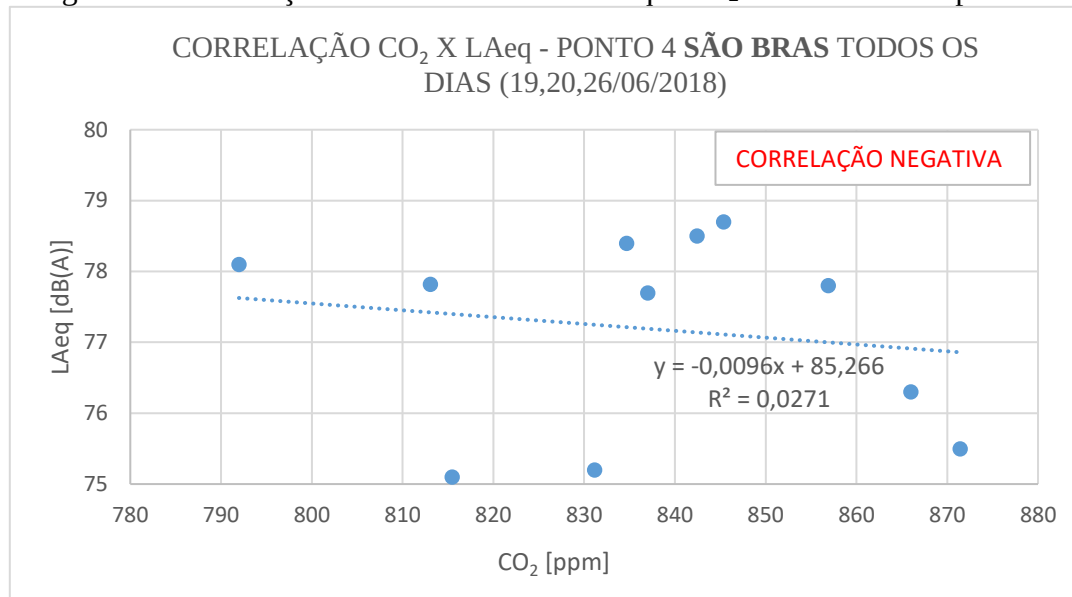
A característica do ponto em possuir caixas de som pode ter influenciado nos resultados, porém é válido ressaltar que os dados coletados dizem respeito ao do ambiente urbano, que por sua vez são formados e compostos pela miscelânea de todos os tipos de ruídos advindos das atividades da comunidade no momento das medições, portanto, não tem como serem desconsiderados e ou afastados.

Figura 48 - LAeq e concentração de CO₂ ponto 4.



Fonte: Autora, 2019.

Figura 49 - Correlação entre os valores de LAeq e CO₂ monitorados no ponto 4.



Fonte: Autora, 2019.

4.6. ANÁLISE COMPARATIVA ENTRE OS PONTOS

As figuras 50 e 51 unem todos os perfis monitorados nos três dias quanto ao CO₂ e ao LAeq, respectivamente. Em cada gráfico pôde-se perceber claramente que uns pontos manifestaram valores maiores do que os outros.

Dentre as onze medições executadas ao longo dos três dias, o ponto do Bosque obteve as maiores concentrações de CO₂ em 63,5% das medições, seguido do ponto Mariz-Mauriti com 36,5% dos valores, entretanto o que alcançou os menores valores foi o da Rot. Júlio Cesar em 45,5% das medições. O gráfico pertinente ao LAeq apresenta o ponto Mariz-Mauriti em 54,5% das medições as maiores medidas, depois o Bosque com 45,5% e, em contrapartida São Brás que obteve os menores valores em 45,5% das medições.

O ponto que apresentou o maior valor para CO₂ foi o Bosque com 992,96 ppm e o de menor foi o de São Brás com 791,97 ppm. O ponto com maior LAeq foi o Mariz-Mauriti com 80 dB(A) e o de menor foi o da Rotatória Júlio Cesar com 75 dB(A). Nesse sentido, não coincidiram os pontos detentores dos maiores e menores valores de CO₂ com os de maiores e menores valores de LAeq, porém permaneceram próximos.

Figura 50 - Concentrações de CO₂ monitoradas em todos os pontos.

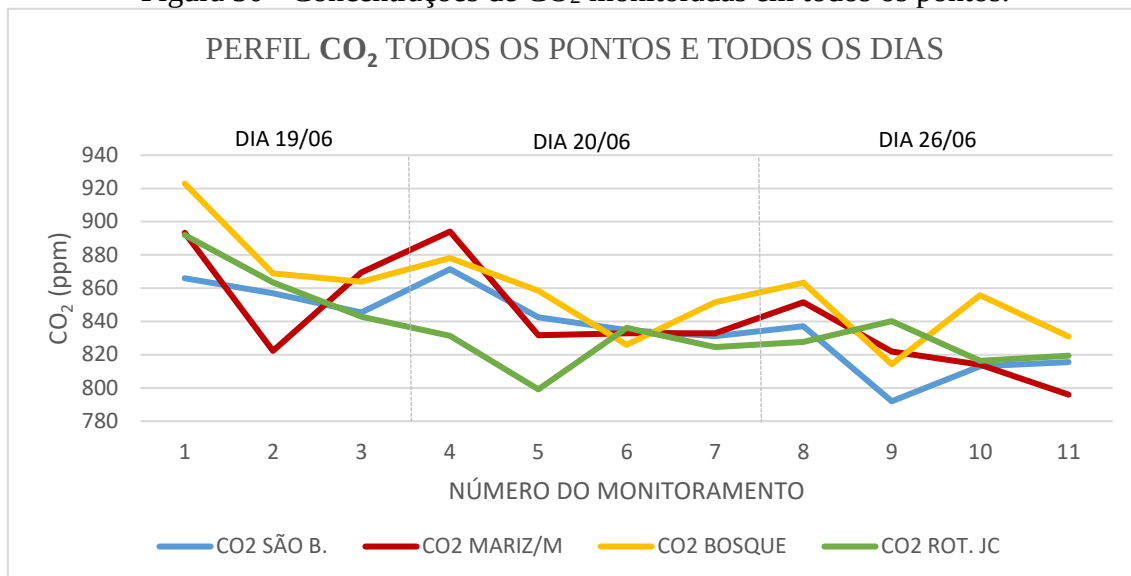
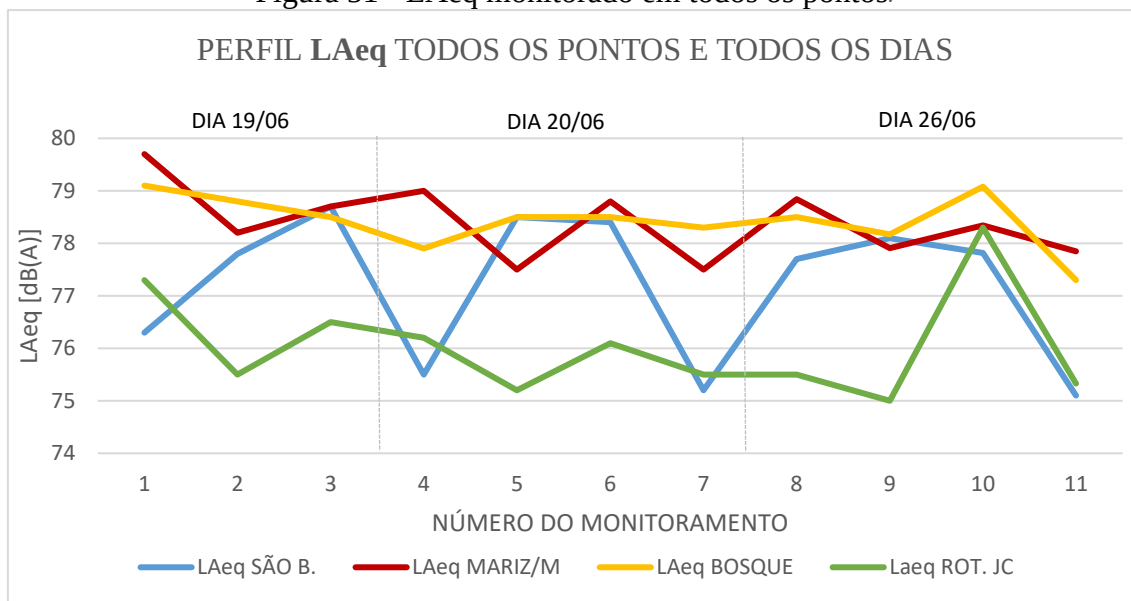


Figura 51 - LAeq monitorado em todos os pontos.



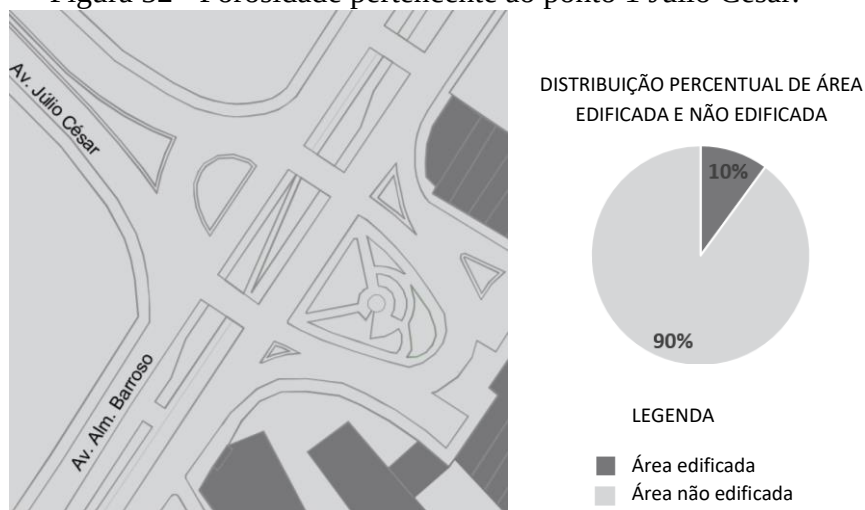
Adentrando ao relacionamento com os dados climatológicos é válido lembrar que os pontos que obtiveram maiores valores para umidade relativa do ar e consequentemente menores para temperatura do ar foram São Brás e Mariz/Mauriti no dia 19/06/2018, atingindo 77% e 26,2 °C, respectivamente, e o que obteve as mínimas para umidade relativa do ar e máximas para temperatura do ar foi a rotatória Júlio Cesar no dia 26/06/2018, com 38% e 38,8°C, respectivamente. Estes fatos em destaque dentre os três dias coincidem com os maiores e menores valores para a grandeza de LAeq, para

o ponto Mariz/Mauriti e rotatória Júlio Cesar, respectivamente, porém para as concentrações de CO₂ os maiores e menores não coincidiram, pois, os maiores valores estivera no ponto Bosque.

4.7. ANÁLISE DOS PARÂMETROS URBANOS

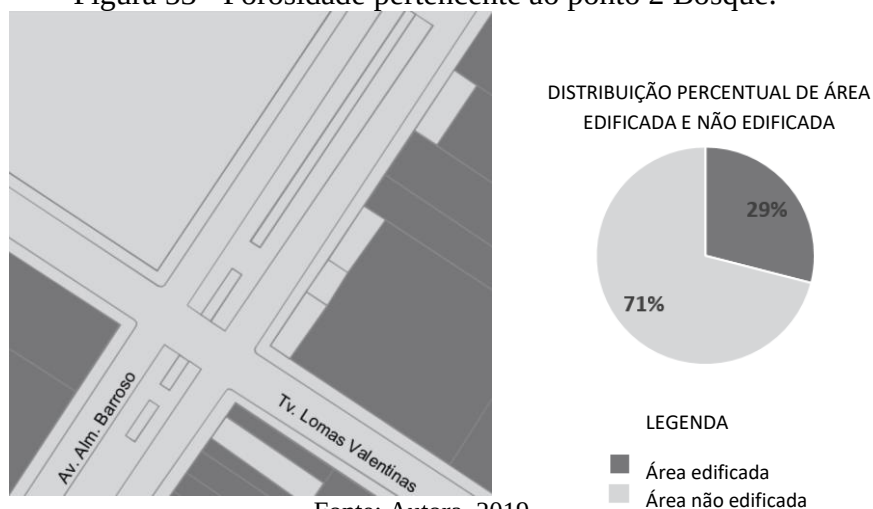
O ambiente urbano existente e que faz parte da influência nos resultados, oferece uma determinada porosidade como já mencionado no item 2.4.2. a partir da área não edificada. Dentre as áreas calculadas expostas nas figuras de 52 a 55 o ponto da Rotatória Júlio Cesar apresentou a maior porosidade de 90%, os pontos Bosque e São Brás 71% e o ponto Mariz-Mauriti com o menor índice 58%.

Figura 52 - Porosidade pertencente ao ponto 1 Júlio Cesar.



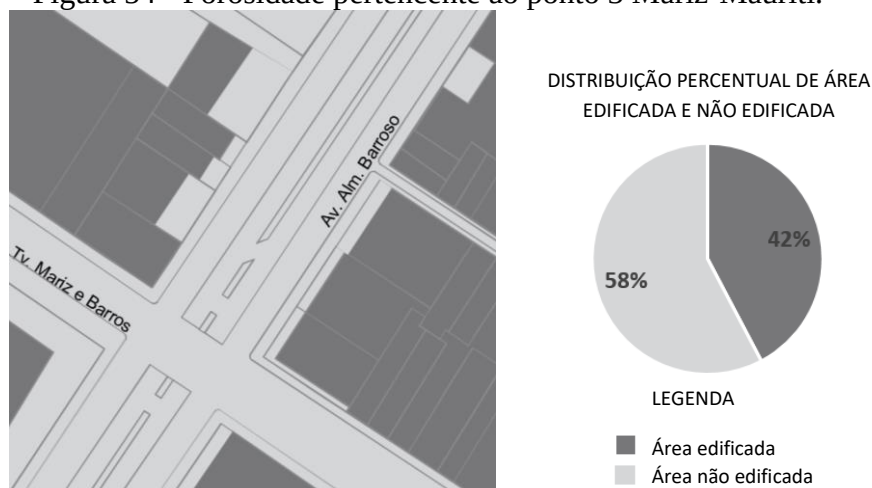
Fonte: Autora, 2019.

Figura 53 - Porosidade pertencente ao ponto 2 Bosque.



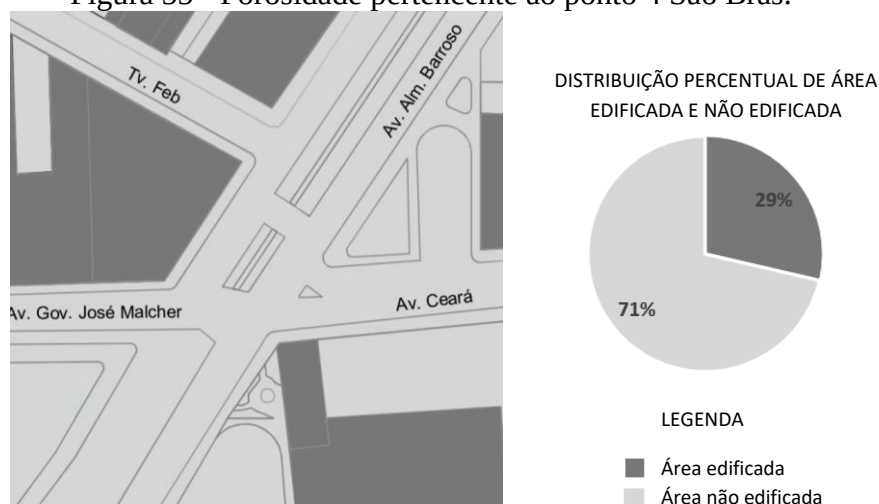
Fonte: Autora, 2019.

Figura 54 - Porosidade pertencente ao ponto 3 Mariz-Mauriti.



Fonte: Autora, 2019.

Figura 55 - Porosidade pertencente ao ponto 4 São Brás.



Fonte: Autora, 2019.

Os dados levantados para LAeq em todos os pontos excederam os níveis referenciados pela NBR 10.151 para ambientes externos em período diurno, os quais são 55 dB(A) para área mista predominantemente residencial e 60 dB(A) para área mista com vocação comercial e administrativa. O mínimo valor monitorado foi de 75 dB(A) no ponto da rotatória Júlio Cesar, ou seja, a população local e os que apenas de deslocam através da área estão no mínimo submetidos a 15 dB além do indicado pela normativa para área mista como o ponto mencionado. A partir desses resultados e dos apreciados no Mapa Acústico de Belém feito por Moraes (2004), torna-se válido levantar a questão de que as escalas reais de ruído ambiental estão distantes do proposto pela normativa, acusando um questionamento quanto a validade e exequibilidade da mesma. Já acerca das

concentrações de CO₂ em ambiente externo não se tem como enquadrar o ambiente em faixas pois não há regulamentação que trate sobre o quesito.

É válido comentar que os resultados para LAeq e CO₂ por terem sido monitorados em ambiente externo, submetidos a rotina real e natural do meio urbano, não podem ser tratados como valores controlados os quais se reproduz somente os fenômenos puros isolados em laboratório. Nesse sentido, o ruído coletado envolveu não somente o contribuinte mais proeminente, os veículos automotores em movimento ou frenagem, mas sim foi uma soma dos produzidos pelos pedestres, animais e pelo próprio comportamento dos motoristas ao buzinar ou acelerar, bem como as emissões de CO₂ estiveram dependentes de incinerações domésticas circundantes e também do estado de conservação e tecnologia dos veículos, último quesito este que igualmente se aplica a condição do ruído.

Todas as medições foram realizadas próximos as esquinas e a dispositivos de controle e orientação urbanos semelhantes, como sinais com faixas de pedestres, sendo os instrumentos localizados na área das calçadas, fatores esses para tentar captar um comportamento de fluxo de trânsito em comum e deixar as diferenças somente para as características urbanísticas próprias de cada ponto.

Os pontos com maiores taxas de CO₂ e de LAeq, Bosque e Mariz-Mauriti, são pontos que apresentam uma configuração espacial de calha da rua mais confinada e de largura menor, formada basicamente pela via mais as calçadas, se comparados aos pontos que demonstraram os menores valores para as mesmas grandezas, a Rotatória Júlio César e São Brás. Estes últimos, possuem incremento espacial devido as praças e aos maiores nós existentes no entorno, o que propicia um alargamento entre as faces de quadras do entorno que delimitam o ambiente público, ou seja, além das vias e calçadas, somam-se as áreas compreendidas pelas praças e a necessária para os cruzamentos maiores e a rotatória, possibilitando maior área de ventilação e dispersão, e consequentemente menor confinamento tanto para o CO₂ quanto para o ruído.

O fato dos pontos São Brás e Rotatória Júlio Cesar possuírem proximidade com o cruzamento de vias de maiores fluxos de veículos, como é o caso da Av. José Malcher/Av. Ceará e da Av. Júlio Cesar, respectivamente, em relação aos outros pontos estudados, deveria ter causado incremento nos dados competentes destes ao ponto de possuírem os maiores resultados, devido a maior quantidade de fontes produtoras tanto de CO₂ no ar quanto de ruído. Portanto, conforme demonstrado nos resultados, o fator tratado não foi

suficiente para os pontos São Brás e Rotatória Júlio César superarem os valores dos pontos Mariz-Mauriti e Bosque.

A conformação urbana existente na Av. Almirante Barroso, delimitada por menos de uma dezena de edificações de gabarito acima de 20 andares e em sua maioria por edificações de dois a três andares, repassou aos pontos a contribuição de um ambiente mais aberto e passível de maior ventilação. Os pontos Mariz-Mauriti e Bosque possuíram a frente de cada um, somente uma edificação de alto gabarito, o que possibilitou a relação indicada por Romero (2015) na proporção de $0,73.H$ e $0,92.H$, respectivamente, ou seja, que seria classificada como espaço de recolhimento e densidade média. O fato de ser uma edificação de quinze a 20 andares a cada ponto, adjacente a outras edificações de um e dois andares, reduz a influência negativa da maior como barreira aos ventos e as ondas sonoras, ao se comparar por exemplo a uma realidade de vários edifícios de 20 vinte andares em sequência no mesmo espaço.

Segundo alguns estudos, os níveis de ruído constam como intimamente ligados ao uso da terra, e especificamente maiores nas áreas comerciais e de serviços e em horários de atividade (KIM *et al.*, 2012). Na via em análise essas considerações não se aplicaram, uma vez que o ponto São Brás e o da Rotatória Júlio Cesar com os maiores índices de comercio e serviços obtiveram os menores LAeq e CO₂ respectivamente, enquanto que o ponto Mariz com maior taxa de uso residencial obteve o maior LAeq. Uma possibilidade seria o fato de que a avenida além de ser acesso para se chegar aos lotes contidos no próprio espaço, é também um corredor de intenso tráfego que interliga diversos pontos da cidade, inclusive a sua entrada e saída, ocasionando um fluxo de veículos para usarem a via para outras funções além da propiciada pelo uso da terra.

O ponto Rot. Júlio Cesar conteve a menor correlação positiva, a maior área vegetada, maior índice de porosidade, maior frequência das menores concentrações CO₂ e foi o penúltimo na escala das maiores frequências de maiores dados de LAeq. O ponto Mariz-Mauriti apresentou a maior correlação positiva, a menor área vegetada e menor índice de porosidade, maior frequência dos maiores valores de LAeq e ficou em segundo dentre as maiores frequências das maiores concentrações de CO₂. Assim sendo, os pontos Rot. Júlio César e Mariz-Mauriti manifestaram comportamentos aproximadamente antagônicos entre os padrões analisados.

Indo-se além dos resultados nesta discussão, pode-se discorrer que, de um modo geral, o método utilizado para obtenção dos resultados deste trabalho, incluindo os procedimentos de coleta dos dados ambientais em campo e as tecnologias utilizadas,

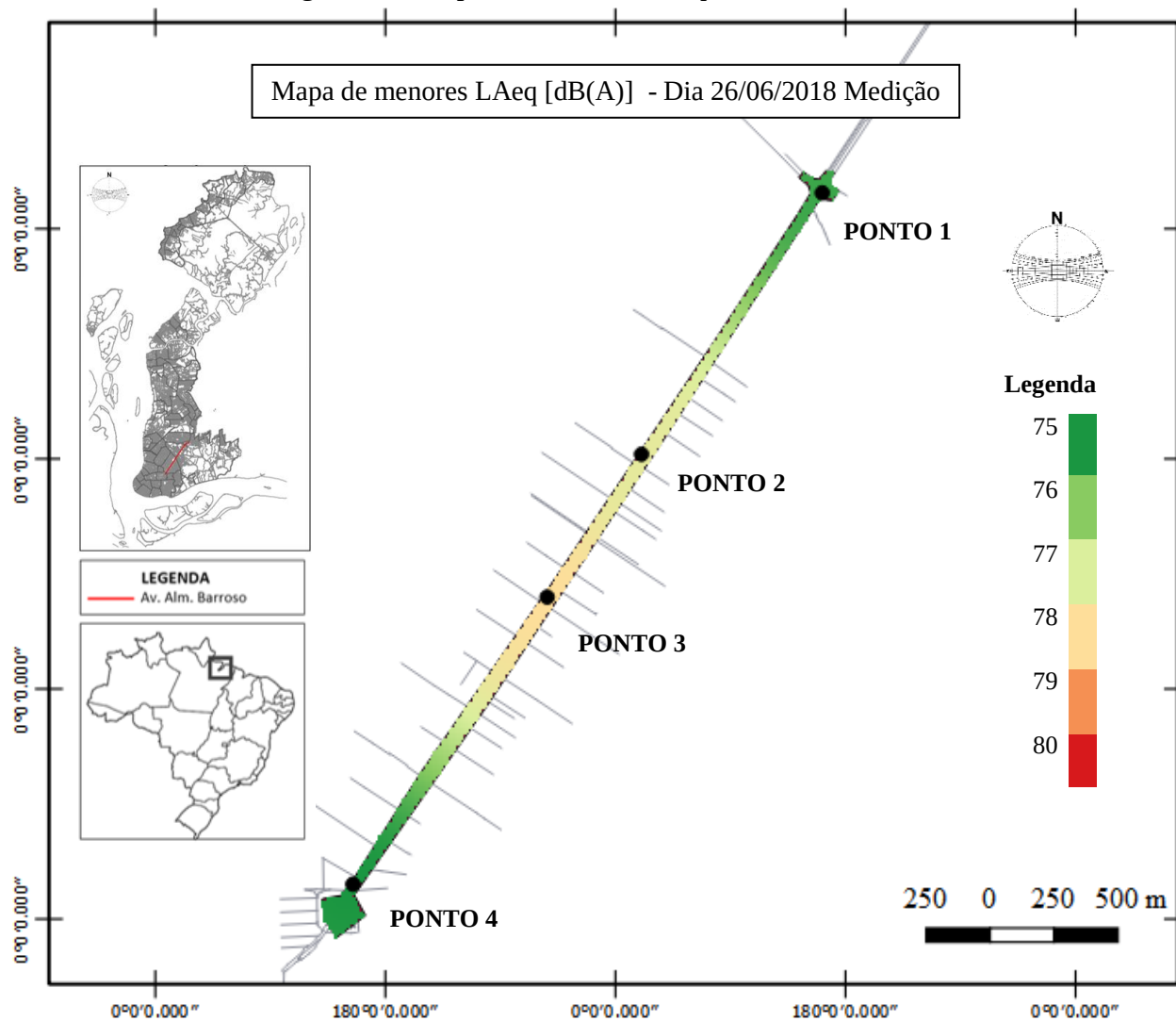
como os *softwares*, empregados para a realização dos objetivos propostos foram realizados desde o início de execução das etapas conforme o planejamento sem necessidade de alteração ou adição de algum outro.

4.8. SIMULAÇÕES EM SOFTWARE QGIS

As simulações computacionais realizadas para construção dos mapas temáticos de CO₂ e LAeq estão nos quadros a seguir e demonstram a porção da avenida Almirante Barroso compreendida pela extensão formada por todos os pontos monitorados desde o ponto rotatória Júlio Cesar até o ponto São Brás. As feições geradas pelo *software* estão em cores do tipo quente-frio, contendo cada imagem a união dos resultados dos quatro pontos em uma medição de cada, ou seja, a correspondente a “Medição 1” possui as primeiras medições dos pontos 1, 2, 3 e 4, a “Medição 2” possui as segundas medições dos pontos 1, 2, 3 e 4 e assim sucessivamente.

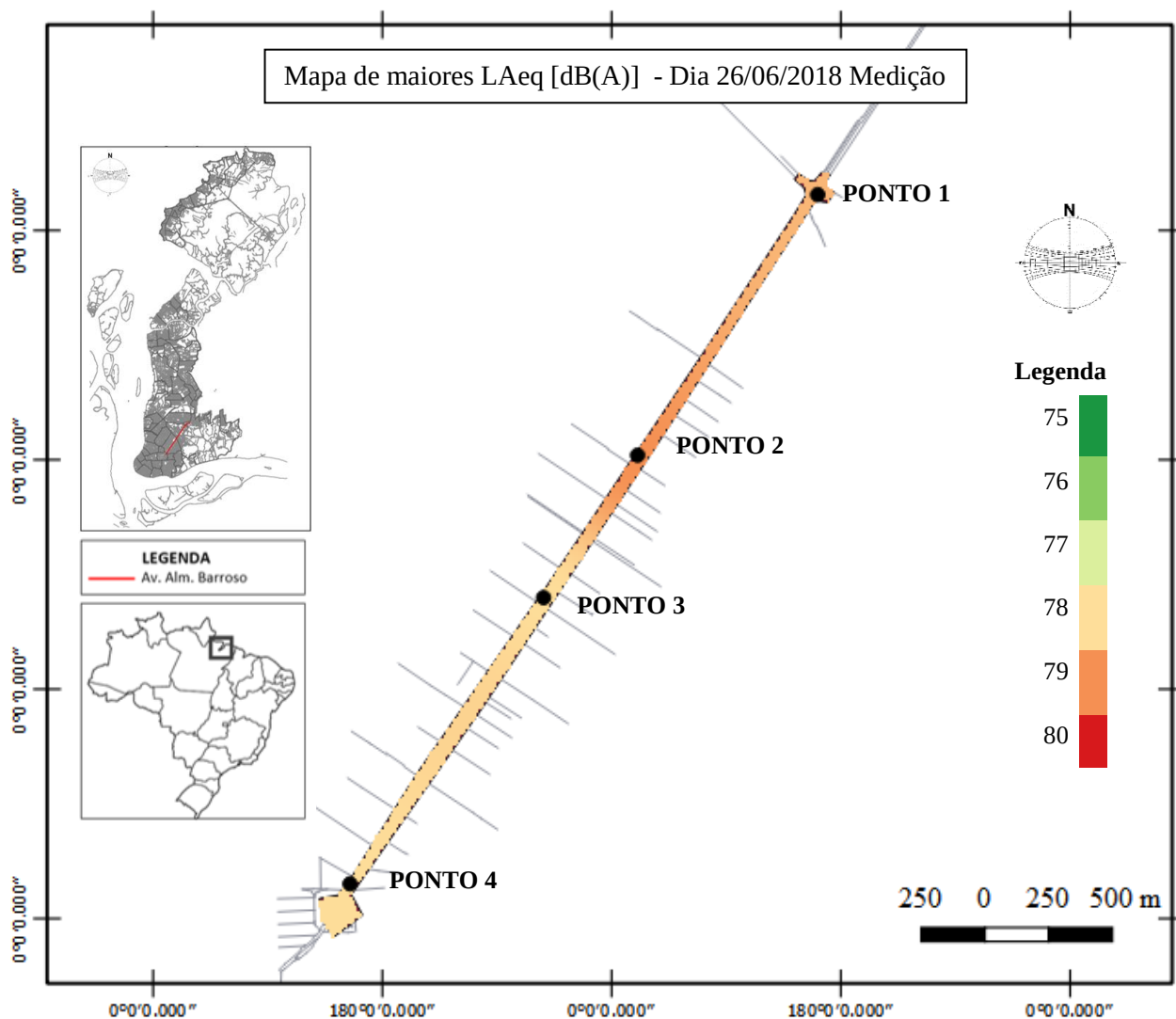
A seguir serão apresentadas as feições geradas para os maiores e menores valores de LAeq e CO₂, respectivamente.

Figura 56 - Mapa de menores LAeq - Dia 26/06/2018.

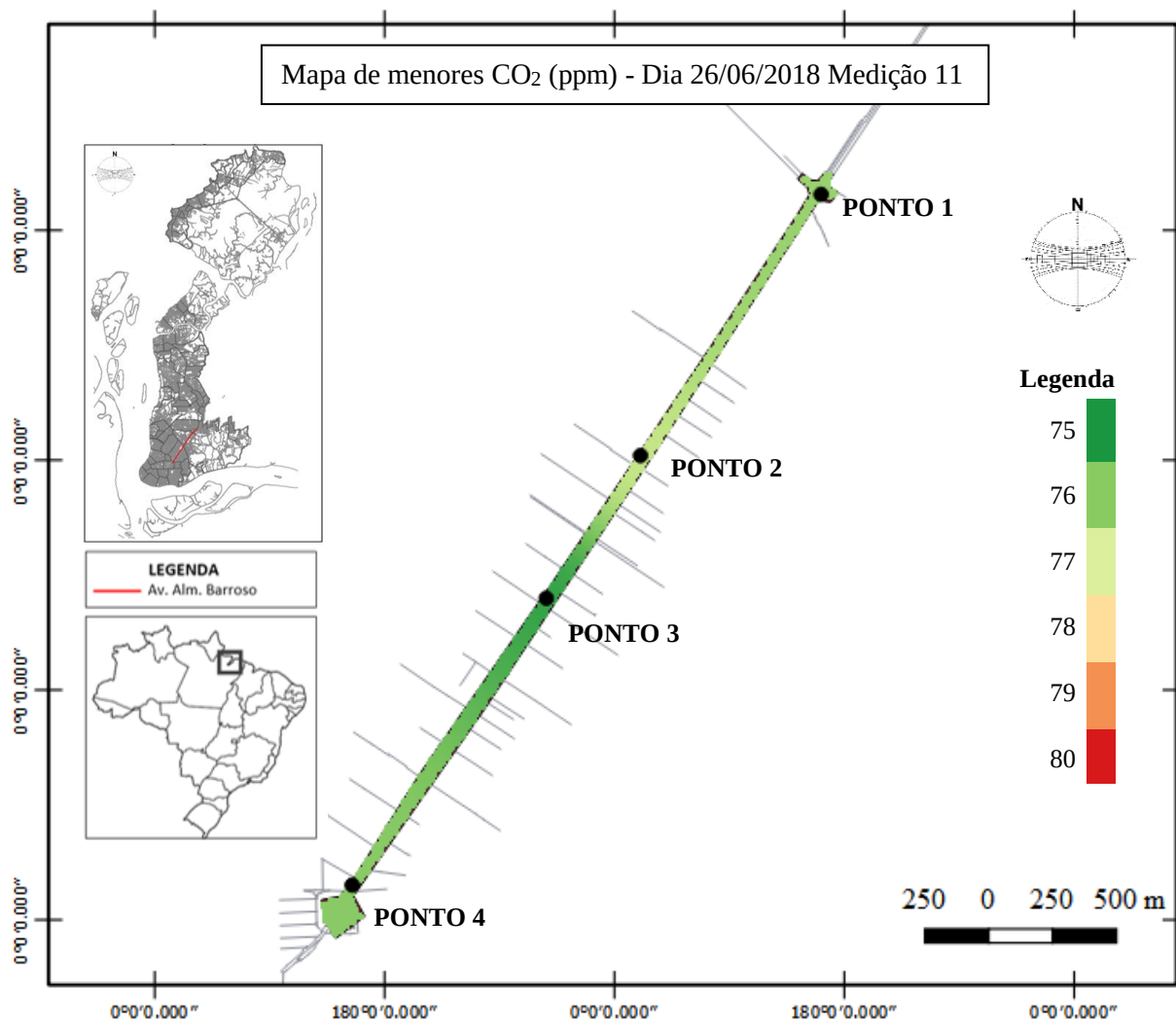


Fonte: Autora, 2019.

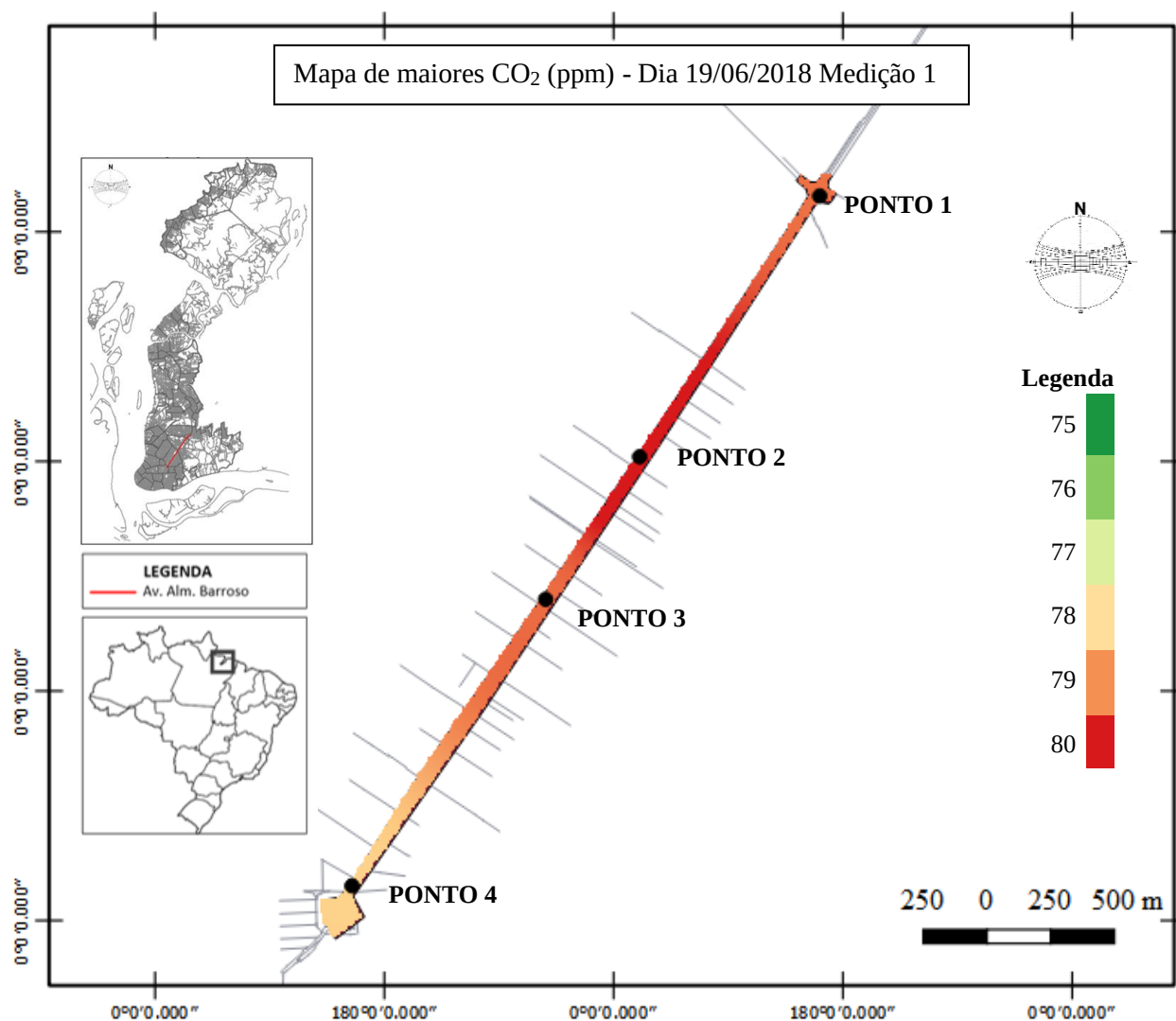
Figura 57 - Mapa de maiores LAeq - Dia 26/06/2018.



Fonte: Autora, 2019.

Figura 58 - Mapa de menores CO₂ - Dia 26/06/2018.

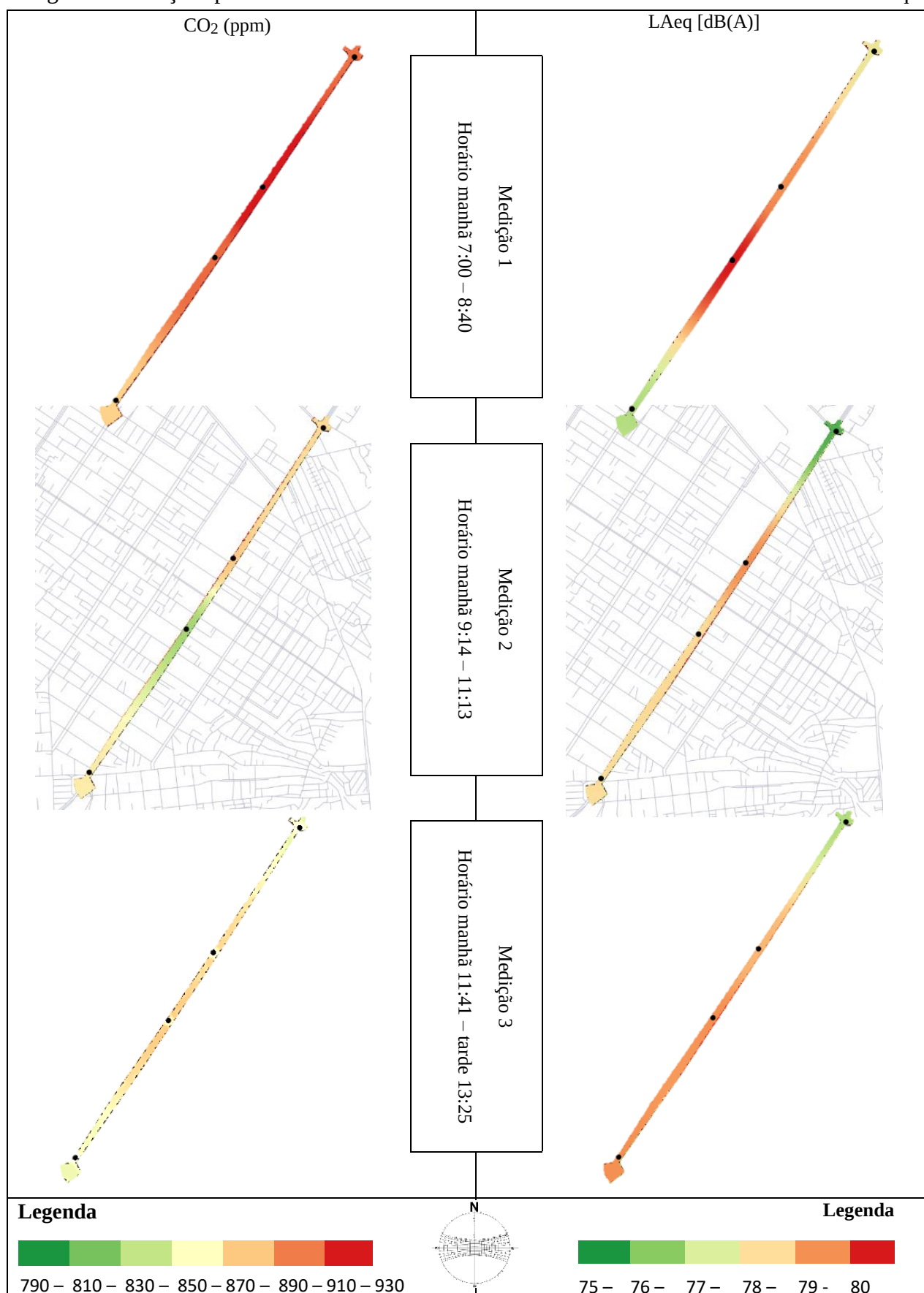
Fonte: Autora, 2019.

Figura 59 - Mapa de maiores CO₂ - Dia 19/06/2018.

Fonte: Autora, 2019.

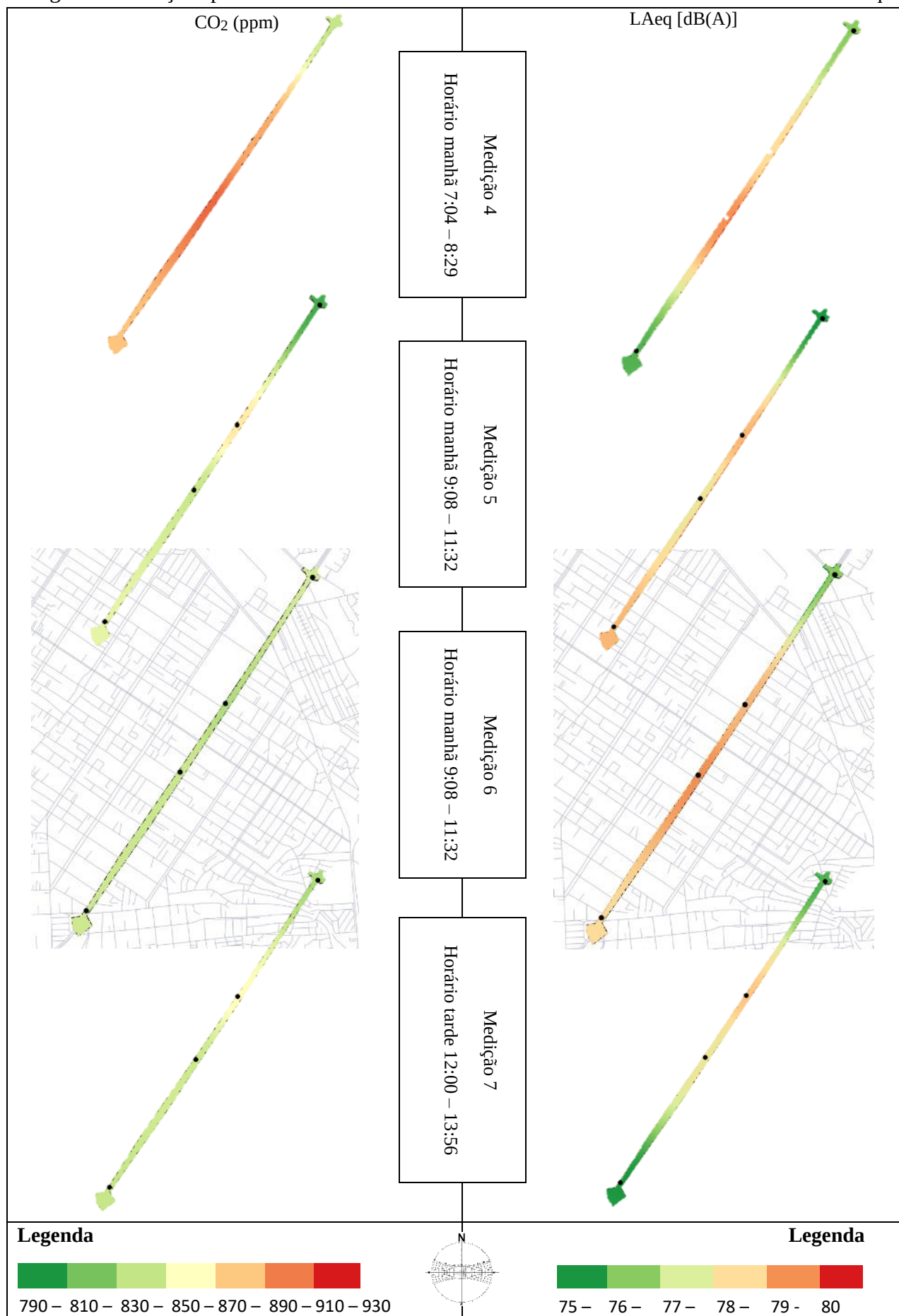
Em seguida, nas figuras de número 60 a 62 serão apresentados a visualização de todos os mapas temáticos, organizados pelo número das medições em sequência, desde a de número 1, coletada no dia 19/06/2018 até a última de número 11 no dia 26/06/2018. Através deles é possível observar a variação horária de cada grandeza e a relação entre elas nas medições executadas.

Figura 60 - Feições para o dia 19/06/2018 resultantes dos valores monitorados de CO₂ e LAeq



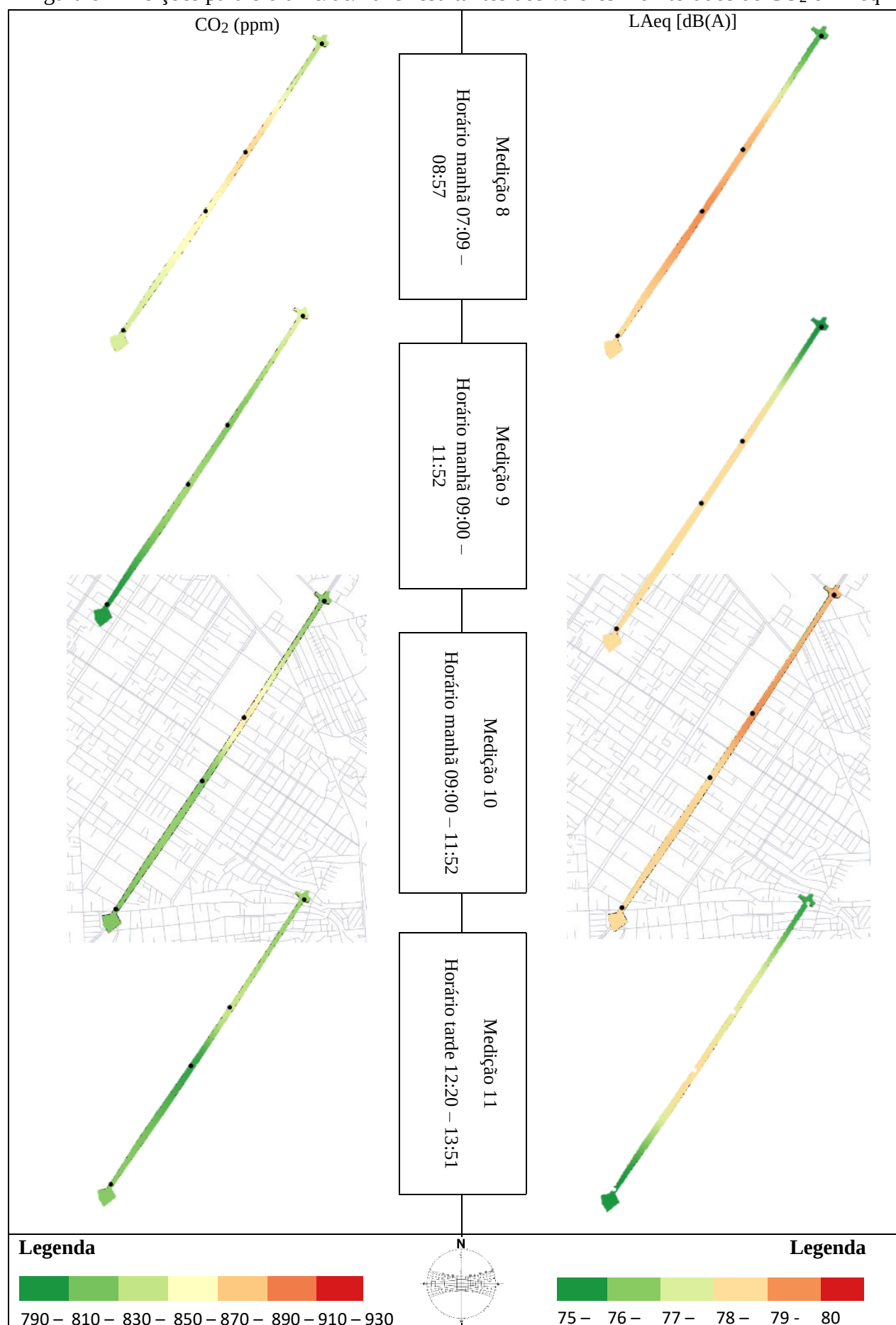
Fonte: Autora, 2019.

Figura 61 - Feições para o dia 20/06/2018 resultantes dos valores monitorados de CO₂ e LAeq



Fonte: Autora, 2019.

Figura 62 - Feições para o dia 26/06/2018 resultantes dos valores monitorados de CO₂ e LAeq



Fonte: Autora, 2019.

CAPÍTULO 5 - CONCLUSÃO

Os objetivos propostos por este trabalho buscaram correlacionar as grandezas de níveis de pressão sonora e de concentração de dióxido de carbono presentes no meio urbano perante algumas configurações distintas apresentadas em uma mesma via a partir de monitoramento ambiental e levantamento de informações que as caracterizem quantitativamente e qualitativamente para tal fim.

Partindo-se do que foi exposto nos resultados, espaços de maior porosidade e incremento espacial como o existente no ponto da rotatória Júlio Cesar proporcionaram menores níveis sonoros e concentrações de CO₂ para o entorno, mesmo que estes apresentem uma dinâmica significativa de trânsito veicular devido a importância do nó viário estabelecido. Neste sentido, os condicionantes urbanos encontrados contribuíram para amenizar os impactos negativos causados pelas poluições, entretanto, não significa dizer que a paisagem sonora está adequada a vivência humana, pois os resultados apontaram que o ponto não está dentro dos parâmetros estipulados pela normativa nacional NBR 10.151/2000.

Ainda se vê uma gestão pública falha e por vezes despreocupada com o gerenciamento da temática ambiental na cidade, que por mais que existam legislações municipais e nacionais de controle ainda persiste uma lógica mercadológica entranhada sobre a produção do espaço e seus desdobramentos. Os agentes públicos e privados devem observar com cautela as diferentes formas de produção deste espaço que não reproduz nada além do que as situações de desigualdades socioespaciais, vinculadas a motivações econômicas vivenciadas pelas atividades cotidianas, e que cedo ou tarde irão retornar os seus reflexos nocivos a população. Os altos valores coletados são provas de que existem reflexos dentro do tópico delineado, de ruído e CO₂, na vida da sociedade, a qual que por mais que não os perceba na maioria das vezes por estarem rotineiramente presentes, devem ser advertidos e trabalhados.

Dentro do universo estudado, pode-se dizer existe uma produção de pesquisa que corrobore para documentar as realidades ambientais das cidades atuais, bem como para apoiar este trabalho, porém a maioria das que existem tratam os assuntos de modo separados e poucos são as que os concentram e os discutem unidos.

A avenida Almirante Barroso se apresentou uma fonte rica de coleta em virtude de suas variadas características urbanas, sua extensão e importância para a cidade de

Belém, proporcionando assim resultados satisfatórios, pois gerou dados diferenciados de acordo com as características físicas de cada ponto.

O ruído e as concentrações de CO₂ não se correlacionaram em todas as condições encontradas. Os percentuais referentes as correlações entre as grandezas tratadas em cada ponto foram todos diferentes e variaram desde uma correlação negativa até uma correlação de aproximadamente 50%. Assim, partindo-se do fato de que o volume da fonte foi a mesma, pode-se inferir que outras variáveis como as características e configurações do ambiente urbano interferiram nos resultados, acusando um espaço confinado somente com a calha da rua como separação das faces de quadras com maior correlação, e um espaço dilatado com praças e dispositivos urbanos do tipo rotatória com menor correlação.

A mensuração da qualidade ambiental é uma ferramenta valiosa que comunica circunstâncias e torna aparente algumas tendências não imediatamente perceptíveis, o que pode vir a favorecer a resolução de um problema e consequentemente a tomada de decisões para solucioná-lo. A etapa experimental se fez condizente com a necessidade de demonstrar os dados pertencentes a cada ponto através da tradução pelos instrumentos das grandezas referentes a cada cenário ambiental.

A coleta de dados em espaço externo trouxe consigo também a vivência do ambiente real em estudo e reconhecimento de suas características com grande ênfase para melhor leitura do panorama encontrado. Outro fato notável foi experienciar a percepção das adversidades singulares que esta fase detém, como lidar com as intempéries, os imprevistos instrumentais e humanos e, com a própria logística que as vezes tem um tópico falho quando submetido a realidade e necessita de adaptação imediata.

Os gráficos de dispersão apresentados conferiram uma representação gráfica do LAeq e das concentrações de CO₂ quantitativamente de modo a ajudarem a compreender o desempenho conjunto das duas variáveis quanto à existência ou não de correlação entre elas.

Os mapas temáticos elaborados se constituíram uma representação e simplificação das informações coletadas para uma maior compreensão dos elementos vivenciados. Deste modo, pode-se considera-los como instrumentos de ajuda para diagnosticar componentes falhos do planejamento e ordenamento do território ao delatar espaços críticos e a qualidade do ambiente acústico e atmosférico neste caso. Torna-se válido também os adotar como ferramenta útil para estudos precoces e atuação em caráter preventivo no desenvolvimento dos planos territoriais, como no zoneamento urbano.

O perfil formado pelos valores coletados para a grandeza ruído se manteve ao longo dos três dias em torno de um eixo horizontal em todos os pontos. De outro modo, o de CO₂ em todos os pontos nos mesmos três dias monitorados apresentou um padrão decrescente iniciando com valores maiores no primeiro dia e os menores no último dia. O delineado de tal fato pode ter relação com a intensidade e sentido dos ventos urbanos e seu fator de dispersão dos poluentes, uma vez que os carros observados permaneceram com o mesmo padrão de comportamento e quantidade nas medições. Diz-se “pode” pois torna-se uma hipótese levantada, uma vez que neste trabalho a ventilação não foi monitorada, portanto não se pode afirmar o seu efetivo comportamento e influência. Portanto, diante desde ocorrido é válido ressaltar a importância de se monitorar ventilação sempre quando se for analisar poluentes atmosféricos.

O padrão climatológico diário da cidade de Belém demonstrado no período monitorado, no que compete as menores temperaturas do ar e as maiores umidades relativa do ar no início do dia e o oposto em torno do meio dia e início da tarde, possibilita a inferência de se ler sempre os menores valores de temperatura do ar no início da manhã e os maiores no próximo ao meio dia e início da tarde, e com comportamento oposto a umidade relativa do ar. Diante do exposto, o monitorar em mais de um dia é importante para estabelecer questões comparativas. O monitoramento em três dias possibilitou verificar a diferença entre os mesmos através de comparação, o que levou as primeiras medições do dia 19/06/2018 o destaque por possuir os maiores valores de umidade e menores temperaturas, o qual foi o único dia em que ocorreu precipitação.

A aplicação das soluções para as poluições urbanas não pode ser pontual, visualizar somente uma ou duas de modo separado, e sim deve considerar a integração de todas com as suas facetas e territórios adjacentes, no entorno imediato, e também no meio urbano fora da escala do bairro, uma vez que ocorrem no mesmo meio ambiente e possuem o mesmo agente antrópico como produtor em comum. O fortalecimento de medidas corretivas e de fiscalização é imprescindível para minimização dos efeitos prejudiciais ao próprio homem e ao ambiente. Ao se considerar os transportes viários como principais fontes das poluições do ar e sonora, como foi exposto pelas literaturas, deve-se avaliar trabalhar sobre a frota dos automóveis, tanto acerca da tecnologia empregada quanto de seu estado de conservação. De igual importância vem a produção do espaço, que ao interferir e modificar a paisagem sonora e a qualidade do ar como foi demonstrado nos resultados, necessita de cautela e sem motivos puramente imediatistas

que relegam aspectos ambientais fora do plano de análise, quando houver a construção de

5.1. SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Dentre as sugestões para trabalhos futuros a partir do que foi realizado neste trabalho, pode-se indicar um monitoramento simultâneo entre pontos com características distintas para visualização dos resultados em mesmo horário; a adição de pontos ao monitoramento entre os pontos selecionados, ocasionando em um número maior de dados para compor uma rede intermediária de resultados; e a eleição e monitoramento de pontos em um segundo grupo com as mesmas características urbanas de um primeiro grupo porém com volume de fonte viária diferente para verificação e reforço dos resultados entre si.

Acerca dos mapas temáticos, além da simulação do tipo representação dos resultados coletados, poderia ser executado também a tipologia de predição em *softwares* adequados para executar a ação estudada neste trabalho, como o *Predictor* e o *Computational Fluid Dynamics* (CFD), para análise de ruído ambiental e de dispersão e concentração de poluentes, respectivamente.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABBAS, Taissa Dornelas. O setor de transportes urbanos por ônibus no Rio de Janeiro e emissão de gases de efeito estufa. 2014. 76 f.; Dissertação de mestrado – Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Departamento de Engenharia Civil, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Urbana e Ambiental, 2014.

ADUAN, Roberto Engel; VILELA, Marina de Fátima; KLINK, Carlos Augusto. Ciclagem de carbono em ecossistemas terrestres - o caso do cerrado brasileiro. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2003.

ADUAN, Roberto Engel; VILELA, Marina de Fátima; REIS JÚNIOR, Fábio Bueno dos. Os grandes ciclos biogeoquímicos do planeta. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2004.

ALLENA, Ryan W.; ADARB, Sara D. *Are both air pollution and noise driving adverse cardiovascular health effects from motor vehicles?*. *Environmental Research*, Volume 111, n. 1, Páginas 184-185, Janeiro 2011.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 10.151. Acústica – Avaliação do ruído em áreas habitadas, visando o conforto da comunidade – Procedimento. Rio de Janeiro, 2003.

BESSA, Júlio César de Alencar *et al.* Avaliação da poluição sonora e zoneamento de ruído em área piloto no município de Manaus/AM. *ENGEVISTA*, Volume 19, n. 2, Páginas 409-426, Maio 2017.

BESSA, Vanessa Montoro Taborianski. Contribuição a metodologia de avaliação das emissões de dióxido de carbono no ciclo de vida das fachadas de edifícios de escritórios. – São Paulo, 2010. Tese (doutorado) – escola politécnica da universidade de São Paulo. Departamento de engenharia de construção civil.

BISTAFA, Sylvio R. Acústica aplicada ao controle do ruído. São Paulo: Blucher, 2011.

BORREGO, C. *et al.* *How urban structure can affect city sustainability from an air quality perspective*. *Environmental Modelling & Software*. Volume 21, n. 4, Páginas 461-467, Abril 2006.

BRABO, Lúcio Davi Moraes; MIYAGAWA, Lyanne Tie. Avaliação da poluição e qualidade do ar, e seus possíveis efeitos sobre a saúde humana na cidade de Belém. V Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental Belo Horizonte-MG, 2014.

BRAGA, Alfesio *et al.* Poluição atmosférica e saúde humana. Revista USP, São Paulo, n.51, Páginas 58-71, Setembro/Novembro 2001.

BRASIL. Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L6938.htm>. Acesso em: 20 dez 2017.

BRASIL. Norma regulamentadora nº 15, Portaria SIT nº 291, de 08 de dezembro de 2011. Atividades e operações insalubre, anexo N.º 11. Disponível em: <<http://trabalho.gov.br/seguranca-e-saude-no-trabalho/normatizacao/normas-regulamentadoras/norma-regulamentadora-n-15-atividades-e-operacoes-insalubres>>. Acesso em: 18 set. 2018.

BRIMBLECOMBE, Peter. *Air composition and chemistry*. Nova York: Cambridge University Press, 2 ed, 1996.

CABRAL, Cicerino. Clima e Morfologia Urbana em Belém. Belém: Universidade Federal do Pará - NUMA, 1995.

CAMPOS, Vânia Barcellos Gouvêa. Uma visão da mobilidade urbana sustentável. Revista dos Transportes Públicos. Volume 2, n. 99-106, Páginas 4, 2006.

CARDOSO, Ana Cláudia Duarte; FERNANDES, Danilo Araújo; LIMA, José Júlio Ferreira. Região Metropolitana de Belém: um balanço de quatro décadas. In Belém [recurso eletrônico]: transformações na ordem urbana / organização Ana Cláudia Duarte Cardoso, José Júlio Ferreira Lima; coordenação Luiz Cesar de Queiroz Ribeiro. - 1. ed. - Rio de Janeiro: Letra Capital: Observatório das Metrôpoles, 2015.

CARVALHO, Régio Paniago. Acústica arquitetônica. Brasília: Thesaurus, 2006.

CARVALHO, Roberta Mendonça de. *Ecosystem services and urban vegetation coverage in Belém: the influence on noise pollution, air pollution and climate regulation*. 2013. 97 f. Dissertação (Mestrado em Gestão de Recursos Naturais e Desenvolvimento Local na Amazônia) – Núcleo de Meio Ambiente, Universidade Federal do Pará, Belém.

CARVALHO, Tonya; MORAES, Elcione; SIMON, Francisco. Percepção subjetiva do ruído de tráfego em espaço hospitalar. In: XI ENCAC – Encontro Nacional de Conforto no Ambiente Construído. Búzios-RJ, 2011. Anais... Búzios: ENCAC, 2011.

COENSEL, B. DE *et al.* *Effects of traffic signal coordination on noise and air pollutant emissions. Environmental Modelling Software*, Volume 35, Página 74-83, Julho 2012.

CONFORTI, Alessandro *et al.* *Air pollution and female fertility: a systematic review of literature. Reproductive Biology & Endocrinology*. Volume 16, n. 1, Páginas 1-9, Dezembro 2018.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE (CONAMA). Resolução nº. 01, de 08 de março de 1990. Dispõe sobre critérios de padrões de emissão de ruídos decorrentes de quaisquer atividades industriais, comerciais, sociais ou recreativas, inclusive as de propaganda política. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/legislacao/CONAMA_RES_CONS_1990_001.pdf>. Acesso em: 22 dez 2016.

_____. Resolução nº 03, 28 de junho de 1990. Dispõe sobre padrões de qualidade do ar, previstos no PRONAR. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=100>>. Acesso em: 22 dez 2016.

_____. Resolução nº 05, 15 de junho de 1989. Dispõe sobre o Programa Nacional de Controle da Poluição do Ar – PRONAR. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/legislacao/CONAMA_RES_CONS_1989_005.pdf>. Acesso em: 22 dez 2016.

D'ALMEIDA, Katia S. *et al.* Ocorrência de co2 em campos petrolíferos na margem leste brasileira. Rio de Janeiro: Empresa de pesquisa energética - Ministério de minas e energia – Brasil, 2018.

ESTÉVEZ-MAURIZ, Laura; FORSSÉN, Jens. *Dynamic traffic noise assessment tool: a comparative study between a roundabout and a signalised intersection. Applied Acoustics*. Volume 130, Páginas 71-86, Janeiro 2018.

FALKOWSKI, P. *et al.* *The Global Carbon Cycle: A Test of Our Knowledge of Earth as a System. Science*. Volume 290, n. 5490, Páginas 291-296, Outubro 2000.

FREITAS, Mônica Kofler. Investigação da produção e dispersão de poluentes do ar no ambiente urbano: determinação empírica e modelagem em rede neural da concentração de CO. Tese (Doutorado) - Universidade de São Paulo, 2003.

FROTA, Anésia Barros; SCHIFFER, Sueli Ramos. Manual do conforto térmico. 8a edição. São Paulo: Studio Nobel, 2003.

GALL, Elliott T. *et al.* *Real-time monitoring of personal exposures to carbon dioxide. Building and Environment*. Volume 104, Páginas 59-67, Agosto 2016.

GIUNTA, Mariene Benutti; SOUZA, L. C. L. Ruído Ambiental e Índices Urbanísticos. In: XII Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, 2008, Fortaleza. *Anais...* Fortaleza: ANTAC, 2008.

GOKHALE, Sharad. *Traffic flow pattern and meteorology at two distinct urban junctions with impacts on air quality. Atmospheric Environment*. Volume 45, n. 10, Páginas 1830-1840, Março 2011.

GUEDES, Ítalo Cesar Montalvão; BERTOLI, Stelamaris Rolla Bertoli. Forma urbana: Um indicativo de sua influência no ambiente sonoro do bairro Jardins em Aracaju (SE). In: VIII Encontro nacional sobre conforto no ambiente construído, e IV Encontro Latino-Americano de conforto do ambiente construído, 2005, Maceió. *Anais...* Maceió: ENCAC, 2005.

GURJAR, B.R. *et al.* *Human health risks in megacities due to air pollution. Atmospheric Environment*. Volume 44, n. 36, Páginas 4606-4613, Novembro 2010.

HU, Hui *et al.* *Ambient air pollution and hypertensive disorders of pregnancy: A systematic review and meta-analysis. Atmospheric Environment*. Volume 97, Páginas 336-345, Novembro 2014.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE, 2011. Cadastro de localidades brasileiras selecionadas. Disponível em: ftp://geoftp.ibge.gov.br/organizacao_do_territorio/estrutura_territorial/localidades. Acesso em: 10 junho de 2019.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. ISO 1996/1: *Acoustics: Description and measurements of environmental noise. Part 1: Basic quantities and procedures*, 1996/1. Genebra: International Organization for Standardization, 1982.

KIM, Ki-Hyun *et al.* *Some insights into the relationship between urban air pollution and noise levels. Science of the Total Environment*. Volume 424, Páginas 271 -279, Maio 2012.

LAMAS, J. M. R. G. *Morfologia urbana e desenho da cidade*. Lisboa, Fundação Calouste Gulbenkian: 1974.

LAMBERTS, Roberto; DUTRA, Luciano. Eficiência energética na arquitetura. São Paulo: PW, 1997.

LANDRIGAN, Philip J. *Air pollution and health. The Lancet Public Health*. Volume 2, n. 1, Páginas e4-e5, Janeiro 2017.

LEAL, Denise dos Santos. Avaliação de equações de estado no cálculo de propriedades do dióxido de carbono úteis ao estudo do seu escoamento. 2012. Dissertação de mestrado – Universidade Federal da Bahia, Escola Politécnica, Salvador, 2012.

LEITE, Carlos. Indicadores de desenvolvimento urbano sustentável. In PADOVANO, Bruno Roberto; NAMUR, Marly; e SALA, Patrícia Bertacchini (orgs). São Paulo: em busca da sustentabilidade. São Paulo: Pini, Editora da Universidade de São Paulo, 2012.

LENZI, Dominic. *Don't deploy negative emissions technologies without ethical analysis: Climate policy advice is being undermined by value-laden choices over risky mitigation strategies, warn. Nature internacional journal of Science*, 2018. Disponível em: <https://www.nature.com/articles/d41586-018-06695-?WT.feed_name=subjects_climate-sciences>. Acesso em: 20 nov. 2018.

MACHADO, Maria das D. Diferenças intra-urbanas de saúde em Belém, Pará. Belém: NAEA, 2004.

MACHADO, Pedro L. O. de A. Carbono do solo e a mitigação da mudança climática global. Revista Química Nova, Vol. 28, No. 2, 329-334, 2005.

MACHADO, Ricardo Augusto Souza *et al.* Indicadores ambientais urbanos: análise das ilhas de calor, concentração de CO₂ e níveis de ruído no centro de feira de Santana – Bahia. In: XVII Simpósio brasileiro de sensoriamento remoto, 2015, João Pessoa – PB, Brasil. *Anais...* João Pessoa: INPE, 2015. Páginas 888-894.

MIMI HEARING TECHNOLOGIES. *Worldwide Hearing Index 2017*. Disponível em: <<https://www.mimi.io/en/blog/2017/3/8/worldwide-hearing-index-2017>>. Acesso em: 20 Jun 2018.

MITCHELL, Logan E. *et al.* Long-term urban carbon dioxide observations reveal spatial and temporal dynamics related to urban characteristics and growth. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the U. S. A.* Volume 115, n. 12, Páginas 2912–2917, Março 2018.

MORAES, E. M. L.; COUTINHO, M.; SIMÓN, F. O impacto do ruído com a implantação de um Shopping Center. PLURIS 10 - 4º Congresso Luso Brasileiro para o Planejamento Urbano, Regional, Integrado, Sustentável. Universidade do Algarve, Faro, Portugal, 2010.

MORAES, E; LARA, N. Mapa acústico de Belém. Universidade da Amazônia - Relatório de pesquisa, Belém. (2004).

MORETTIN, Pedro A.; BUSSAB, Wilton O. Estatística Básica. 6. ed. – São Paulo: Saraiva, 2010.

MOURA, Vânia Raposo de. Ruído e configuração espacial urbana: estudo de caso em Belém-PA. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Pará, Instituto de Tecnologia, Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo, Belém, 2012.

MUNICÍPIO DE BELÉM. Lei nº 7990, de 10 de janeiro de 2000. Dispõe sobre o controle e o combate à poluição sonora no âmbito do Município de Belém. Belém: Prefeitura Municipal de Belém, 2000. Disponível em: <<https://cm-belem.jusbrasil.com.br/legislacao/578532/lei-7990-00>>. Acesso em: 20 jul 2017.

_____. Lei Complementar nº 02, de 19 de julho de 1999. Lei complementar de controle urbanístico. Dispõe sobre o parcelamento, ocupação e uso do solo urbano do Município de Belém e dá outras providências. Belém: Prefeitura Municipal de Belém, 1999. Disponível em: <http://www.belem.pa.gov.br/planodiretor/pdfs_legislacao/lccu.pdf?id_lei=724>. Acesso em: 20 jul 2017.

_____. Lei nº 8.655, de 30 de julho de 2008. Dispõe sobre o Plano Diretor do Município de Belém, e dá outras providências. Belém: Prefeitura Municipal de Belém, 2008. Disponível em: <http://www.belem.pa.gov.br/planodiretor/Plano_diretor_atual/Lei_N8655-08_plano_diretor.pdf>. Acesso em: 20 jul. 2017.

_____. Lei nº 7.401, de 29 de janeiro de 1988. Dispõe sobre a política municipal de desenvolvimento urbano, de acordo com as diretrizes de estruturação espacial da Região Metropolitana de Belém (RMB). Belém: Prefeitura Municipal de Belém, 1988. Disponível em: <<https://cm-belem.jusbrasil.com.br/legislacao/588919/lei-7401-88#art-72>>. Acesso em: 20 jan 2018.

NAÇÕES UNIDAS BRASIL. Concentração de dióxido de carbono na atmosfera atinge novos recordes em 2016, alerta ONU. Disponível em: <<https://nacoesunidas.org/concentracao-de-dioxido-de-carbono-na-atmosfera-atinge-novos-recordes-em-2016-alerta-onu/>>. Acesso em: 12 ago 2018.

NG, Edward *et al.* *Improving the wind environment in high-density cities by understanding urban morphology and surface roughness: A study in Hong Kong. Landscape and Urban Planning.* Volume 101, n. 1, Páginas 59-74, Maio 2011.

NAKATA-OSAKI, C. M. *et al.* Impacto da geometria do cânion urbano na intensidade de ilha de calor noturna: análise através de um modelo simplificado adaptado a um SIG. *Ambiente Construído*, Porto Alegre, Volume 16, n. 3, p. 73-87, jul/set. 2016.

NANGINI, Cathy *et al.* *A global dataset of CO2 emissions and ancillary data related to emissions for 343 cities. Scientific Data.* Volume 6, n. artigo 180280 (2019), Janeiro 2019.

OLIVEIRA, Alesca Prado de *et al.* Avaliação da exposição ambiental ao monóxido de carbono, material particulado e ao ruído no terminal central de transporte coletivo de Uberlândia, Minas Gerais. *J. Health Biol Sci.* Volume 5, Páginas 79-85, 2017.

OLIVEIRA, Cristiano A. Crescimento das cidades brasileiras na década de 90. *Revista Economia.* Volume 7, n.3, Páginas 431-452, Setembro/Dezembro 2006.

PUGH, Thomas A. M. *et al.* *Effectiveness of Green Infrastructure for Improvement of Air Quality in Urban Street Canyons. Environmental Science and Technology,* Volume 46, n. 14, Páginas 7692–7699, Julho 2012.

RAKOWSKA, Agata *et al.* *Impact of traffic volume and composition on the air quality and pedestrian exposure in urban street canyon. Atmospheric Environment.* Volume 98, Páginas 260-270, Dezembro 2014.

ROBERTSON, D. S. *The rise in the atmospheric concentration of carbon dioxide and the effects on human health. Medical Hypotheses.* Volume 56, n. 4, Páginas 513–518, Abril 2001.

ROMERO, Marta Adriana Bustos. *A arquitetura bioclimática do espaço público.* Brasília: Editora Universidade de Brasília, 2015.

_____. *Correlation between urban microclimate the residential space configuration of Brasília.* Fórum Patrimônio: Ambiente Construído e Patrimônio Sustentável, Volume 4, n. 1, 2011.

_____. *Princípios Bioclimáticos para o Desenho Urbano*. São Paulo-SP: Projeto Editores Associados, 1988.

SANTOS, Luís Conde *et al.* Modelagem integrada de ruído e qualidade do ar: ferramentas inovadoras de gestão ambiental, planejamento e apoio a decisão. In: 1º Congresso Brasileiro de Avaliação de Impacto, 2012, São Paulo - SP. *Anais...* São Paulo: ABAI, 2012. Páginas: 1-15.

SHI, Yuan *et al.* *Identifying critical building morphological design factors of street-level air pollution dispersion in high-density built environment using mobile monitoring*. *Building and environment*, Volume 128, Páginas 248-259, Janeiro 2018.

SILVA, Lúcia T.; MENDES, José F.G. *City Noise-Air: An environmental quality index for cities*. *Sustainable Cities and Society*. Volume 4, Páginas 1-11, Outubro 2012.

SILVA, Renata Sampaio. O monitoramento da qualidade do ar. In: TARIFA, José Roberto; AZEVEDO, Tárík R. (Orgs.). *Os climas urbanos na cidade de São Paulo: teoria e prática*. São Paulo: Pró-Reitoria de Cultura e Extensão. Universidade de São Paulo Laboratório de Climatologia. Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas. Universidade de São Paulo, 2001. p. 145- 154. (GEOUSP – Coleção novos Caminhos, 4)

SILVA JUNIOR, João de Athaydes. Avaliação de parâmetros micrometeorológicos, do conforto e da percepção térmica na área urbana da cidade de Belém – PA. Tese (doutorado) – Universidade Federal do Pará. Núcleo de Altos Estudos Amazônicos, Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Sustentável do Tropicó Umidado, Belém, 2012.

SPIRN, A. *O Jardim de granito*. São Paulo: Edusp. 1995.

TANG, U.W.; WANG, Z.S. *Influences of urban forms on traffic-induced noise and air pollution: results from a modelling system*. *Environmental modelling & software*. Volume 22, n. 12, Páginas 1750-1764, Dezembro 2007.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. *Ambient (outdoor) air quality and health*. Maio 2018. Disponível em: <[https://www.who.int/en/news-room/fact-sheets/detail/ambient-\(outdoor\)-air-quality-and-health](https://www.who.int/en/news-room/fact-sheets/detail/ambient-(outdoor)-air-quality-and-health)>. Acesso em: 5 Ago 2018.

WORLD HEALTH ORGANIZATION REGIONAL OFFICE FOR EUROPE. *Environmental Noise Guidelines for the European Region*. Copenhagen: World Health Organization, 2018.

YASSIN, Mohamed F. *Impact of height and shape of building roof on air quality in urban street canyons*. *Atmospheric Environment*. Volume 45, n. 29, Páginas 5220-5229, Setembro 2011.

YUAN, Chao; NG, Edward. *Building porosity for better urban ventilation in high-density cities – A computational parametric study*. *Building and Environment*. Volume 50, Páginas 176-189, Abril 2012.

APÊNDICES

APÊNDICE A – Dados de temperatura, umidade e CO₂ dos pontos por dia de monitoramento

Dia 19/06/2018													
Medição 1	HORA	SÃO BRÁS			MARIZ E MAURITI			BOSQUE			ROT. JÚLIO CESAR		
		UR (%)	Temp. (°C)	CO ₂ (ppm)	UR (%)	Temp. (°C)	CO ₂ (ppm)	UR (%)	Temp. (°C)	CO ₂ (ppm)	UR (%)	Temp. (°C)	CO ₂ (ppm)
	07:00	75	26,7	863									
	07:00	75	26,7	860									
	07:00	75	26,7	862									
	07:01	75	26,7	867									
	07:01	75	26,7	868									
	07:01	75	26,7	867									
	07:02	76	26,4	867									
	07:02	76	26,4	869									
	07:02	76	26,4	868									
	07:03	76	26,4	866									
	07:03	76	26,4	864									
	07:03	76	26,4	857									
	07:04	76	26,4	857									
	07:04	76	26,4	869									
	07:04	76	26,4	867									
	07:05	77	26,4	866									
	07:05	77	26,2	864									
	07:05	77	26,2	861									
	07:06	77	26,2	859									
	07:06	77	26,2	858									
	07:06	77	26,2	858									
	07:07	77	26,2	858									
	07:07	77	26,2	858									
	07:07	77	26,2	860									
	07:08	77	26,2	861									
	07:08	77	26,2	865									
	07:08	77	26,4	860									
	07:09	76	26,4	862									
07:09	76	26,4	857										
07:09	76	26,4	856										
07:10	76	26,4	859										
07:10	76	26,4	871										
07:10	76	26,4	874										
07:10	76	26,4	878										
07:11	76	26,4	889										
07:11	76	26,4	892										
07:11	76	26,4	896										
07:12	76	26,4	896										
07:12	76	26,4	896										

Continua

Dia 19/06/2018													
	HORA	SÃO BRÁS			MARIZ E MAURITI			BOSQUE			ROT. JÚLIO CESAR		
		UR (%)	Temp. (°C)	CO ₂ (ppm)	UR (%)	Temp. (°C)	CO ₂ (ppm)	UR (%)	Temp. (°C)	CO ₂ (ppm)	UR (%)	Temp. (°C)	CO ₂ (ppm)
Medição 1	07:40				76	26,4	907						
	07:40				76	26,4	874						
	07:40				76	26,4	882						
	07:41				76	26,4	900						
	07:41				77	26,4	900						
	07:41				77	26,4	898						
	07:42				76	26,4	898						
	07:42				76	26,4	905						
	07:42				76	26,4	927						
	07:43				77	26,4	926						
	07:43				77	26,4	920						
	07:43				77	26,4	896						
	07:44				76	26,4	896						
	07:44				76	26,7	892						
	07:44				76	26,7	887						
	07:45				76	26,7	887						
	07:45				76	26,7	909						
	07:45				77	26,7	910						
	07:46				77	26,7	898						
	07:46				77	26,7	864						
	07:46				76	26,7	868						
	07:47				77	26,7	885						
	07:47				77	26,7	884						
	07:47				77	26,7	879						
	07:48				77	26,7	879						
	07:48				77	26,7	885						
	07:48				77	26,7	886						
	07:49				77	26,7	891						
	07:49				77	26,7	889						
	07:49				76	26,7	889						
07:50				76	26,7	889							
07:50				76	26,7	889							

Continua

Dia 19/06/2018													
	HORA	SÃO BRÁS			MARIZ E MAURITI			BOSQUE			ROT. JÚLIO CESAR		
		UR (%)	Temp. (°C)	CO ₂ (ppm)	UR (%)	Temp. (°C)	CO ₂ (ppm)	UR (%)	Temp. (°C)	CO ₂ (ppm)	UR (%)	Temp. (°C)	CO ₂ (ppm)
Medição 1	08:05							74	74	929			
	08:05							74	74	929			
	08:05							73	73	929			
	08:06							73	73	927			
	08:06							73	73	944			
	08:06							73	73	940			
	08:07							73	73	934			
	08:07							73	73	935			
	08:07							72	72	936			
	08:08							73	73	933			
	08:08							72	72	930			
	08:08							72	72	928			
	08:09							72	72	924			
	08:09							72	72	926			
	08:09							72	72	938			
	08:10							72	72	932			
	08:10							72	72	912			
	08:10							71	71	912			
	08:11							72	72	912			
	08:11							72	72	913			
	08:11							71	71	910			
	08:12							71	71	904			
	08:12							70	70	904			
	08:12							70	70	925			
	08:13							70	70	933			
	08:13							70	70	922			
	08:13							69	69	906			
	08:14							70	70	900			
	08:14							70	70	911			
	08:14							70	70	911			
	08:15							70	70	910			

Continua

Dia 19/06/2018													
	HORA	SÃO BRÁS			MARIZ E MAURITI			BOSQUE			ROT. JÚLIO CESAR		
		UR (%)	Temp. (°C)	CO ₂ (ppm)	UR (%)	Temp. (°C)	CO ₂ (ppm)	UR (%)	Temp. (°C)	CO ₂ (ppm)	UR (%)	Temp. (°C)	CO ₂ (ppm)
Medição 1	08:30										69	29,3	914
	08:30										69	29,3	914
	08:30										69	29,3	913
	08:31										69	29,3	916
	08:31										69	29,3	917
	08:31										69	29,3	918
	08:32										69	29,3	917
	08:32										69	29,3	912
	08:32										69	29,3	908
	08:33										69	29,3	901
	08:33										68	29,3	890
	08:33										69	29,3	889
	08:34										69	29,3	888
	08:34										69	29,3	893
	08:34										69	29,6	895
	08:35										69	29,3	896
	08:35										69	29,3	892
	08:35										68	29,6	894
	08:36										67	29,6	895
	08:36										67	29,6	898
	08:36										68	29,6	898
	08:37										67	29,6	892
	08:37										67	29,6	882
	08:37										67	29,6	880
	08:38										67	29,6	877
	08:38										67	29,6	877
	08:38										67	29,9	867
	08:39										66	29,6	849
	08:39										66	29,6	853
	08:39										66	29,9	879
	08:40										66	29,9	881
	08:40										66	29,9	881

Continua

Dia 19/06/2018													
	HORA	SÃO BRÁS			MARIZ E MAURITI			BOSQUE			ROT. JÚLIO CESAR		
		UR (%)	Temp. (°C)	CO ₂ (ppm)	UR (%)	Temp. (°C)	CO ₂ (ppm)	UR (%)	Temp. (°C)	CO ₂ (ppm)	UR (%)	Temp. (°C)	CO ₂ (ppm)
Medição 2	09:14										61	30,2	859
	09:14										61	30,2	859
	09:14										61	30,2	856
	09:15										61	30,2	853
	09:15										61	30,2	854
	09:15										61	30,2	853
	09:16										61	30,2	851
	09:16										61	30,5	848
	09:16										61	30,5	846
	09:17										61	30,5	837
	09:17										60	30,5	852
	09:17										60	30,5	871
	09:18										61	30,5	868
	09:18										60	30,5	863
	09:18										60	30,5	876
	09:19										60	30,8	883
	09:19										60	30,8	884
	09:19										60	30,8	886
	09:20										60	30,8	886
	09:20										60	30,8	887
	09:20										60	30,8	877
	09:21										60	30,8	865
	09:21										60	30,8	865
	09:21										60	30,8	863
	09:22										60	31,1	858
	09:22										59	30,8	856
	09:22										58	30,8	854
	09:23										58	31,1	859
	09:23										58	31,1	865
	09:23										58	31,1	865
	09:24										58	30,8	864
	09:24										58	31,1	863
	09:24										59	31,1	863
	09:25										60	31,1	863
	09:25										60	31,1	861
	09:25										60	31,4	861
	09:26										60	31,4	860
	09:26										59	31,1	861
	09:26										59	31,4	864
	09:27										59	31,4	864

Continua

Dia 19/06/2018													
HORA	SÃO BRÁS			MARIZ E MAURITI			BOSQUE			ROT. JÚLIO CESAR			
	UR (%)	Temp. (°C)	CO ₂ (ppm)	UR (%)	Temp. (°C)	CO ₂ (ppm)	UR (%)	Temp. (°C)	CO ₂ (ppm)	UR (%)	Temp. (°C)	CO ₂ (ppm)	
09:27										59	31,4	867	
09:27										58	31,4	872	
09:28										58	31,4	877	
09:28										58	31,7	877	
09:28										57	31,7	872	
09:29										57	31,7	856	
09:29										57	31,7	853	
09:29										56	32	852	
09:30										57	32	850	
09:30										56	32	853	
09:30										56	32	854	
09:31										56	32,3	845	
09:31										55	32,3	850	
09:31										56	32,3	869	
09:32										55	32,3	851	
09:32										54	32,3	851	
09:32										54	32,3	853	
09:33										54	32,3	853	
09:33										54	32	852	
09:33										54	32	852	
09:34										54	32	852	
09:53							57	30,8	838				
09:53							58	30,5	838				
09:53							58	30,5	848				
09:54							59	30,5	849				
09:54							59	30,2	852				
09:54							60	30,2	855				
09:55							60	30,2	821				
09:55							59	30,2	822				
09:55							60	30,2	824				
09:56							60	30,2	829				
09:56							59	30,2	853				
09:56							59	30,2	870				
09:57							60	30,2	872				
09:57							64	29,9	873				
09:57							64	30,2	885				
09:58							64	29,9	903				
09:58							64	29,9	896				
09:58							64	29,9	895				
09:59							64	30,2	895				

Continua

Dia 19/06/2018													
HORA	SÃO BRÁS			MARIZ E MAURITI			BOSQUE			ROT. JÚLIO CESAR			
	UR (%)	Temp. (°C)	CO ₂ (ppm)	UR (%)	Temp. (°C)	CO ₂ (ppm)	UR (%)	Temp. (°C)	CO ₂ (ppm)	UR (%)	Temp. (°C)	CO ₂ (ppm)	
09:59							59	30,2	892				
09:59							59	30,2	891				
10:00							59	30,2	890				
10:00							59	30,2	884				
10:00							59	30,2	878				
10:01							59	30,5	869				
10:01							59	30,5	868				
10:01							59	30,5	869				
10:02							58	30,5	870				
10:02							58	30,5	872				
10:02							58	30,5	885				
10:03							58	30,5	887				
10:03							58	30,5	903				
10:03							58	30,5	893				
10:04							58	30,5	872				
10:04							59	30,5	870				
10:04							59	30,5	870				
10:05							59	30,5	870				
10:05							59	30,5	870				
10:05							59	30,2	870				
10:06							59	30,5	870				
10:06							60	30,5	871				
10:06							60	30,5	934				
10:07							60	30,2	932				
10:07							60	30,2	914				
10:07							60	30,2	913				
10:08							60	30,2	910				
10:08							60	30,2	909				
10:08							60	30,2	902				
10:09							60	30,2	894				
10:09							60	30,2	889				
10:09							59	30,2	884				
10:10							59	30,2	870				
10:10							59	30,2	863				
10:10							60	30,2	861				
10:11							60	29,9	860				
10:11							59	30,2	859				
10:11							59	30,2	859				
10:12							60	30,2	863				
10:12							60	29,9	864				

Continua

Dia 19/06/2018													
	HORA	SÃO BRÁS			MARIZ E MAURITI			BOSQUE			ROT. JÚLIO CESAR		
		UR (%)	Temp. (°C)	CO ₂ (ppm)	UR (%)	Temp. (°C)	CO ₂ (ppm)	UR (%)	Temp. (°C)	CO ₂ (ppm)	UR (%)	Temp. (°C)	CO ₂ (ppm)
Medição 2	10:12							60	30,2	903			
	10:13							60	30,2	917			
	10:13							60	30,2	916			
	10:13							60	30,2	915			
	10:14							60	30,2	913			
	10:14							60	30,2	913			
	10:34				56	30,2	866						
	10:34				56	30,2	866						
	10:34				56	30,5	864						
	10:35				56	30,5	862						
	10:35				56	30,5	815						
	10:35				56	30,5	817						
	10:36				56	30,5	817						
	10:36				56	30,5	794						
	10:36				56	30,5	838						
	10:37				56	30,2	826						
	10:37				57	30,5	816						
	10:37				57	30,5	813						
	10:38				57	30,2	811						
	10:38				58	30,2	811						
	10:38				58	30,2	801						
	10:39				58	29,9	804						
	10:39				63	29,9	806						
	10:39				63	29,6	814						
	10:40				64	29,9	832						
	10:41				64	29,6	832						
	10:41				65	29,6	831						
	10:41				65	29,3	817						
	10:42				65	29,9	813						
	10:42				65	29,3	814						
	10:42				65	29,9	815						
	10:43				66	29,9	816						
	10:43				66	29,9	822						
	10:43				66	29,9	824						
	10:44				66	29,9	835						
	10:44				66	29,6	835						
	10:44				66	29,6	834						
	11:05	64	29,3	854									
	11:05	65	29	854									
	11:05	65	29,3	851									

Continua

Dia 19/06/2018													
	HORA	SÃO BRÁS			MARIZ E MAURITI			BOSQUE			ROT. JÚLIO CESAR		
		UR (%)	Temp. (°C)	CO ₂ (ppm)	UR (%)	Temp. (°C)	CO ₂ (ppm)	UR (%)	Temp. (°C)	CO ₂ (ppm)	UR (%)	Temp. (°C)	CO ₂ (ppm)
Medição 2	11:06	65	29,3	851									
	11:06	64	29	838									
	11:06	64	29	848									
	11:07	65	29	844									
	11:07	65	29	845									
	11:07	65	29	854									
	11:08	65	29	863									
	11:08	65	29	866									
	11:08	65	29	868									
	11:09	65	29	866									
	11:09	65	29	858									
	11:09	65	29	858									
	11:10	66	29	858									
	11:10	66	29	862									
	11:10	65	29	864									
	11:11	65	29	864									
	11:11	65	29	861									
	11:11	65	29	857									
	11:12	65	28,7	857									
	11:12	65	29	860									
	11:12	65	29	863									
	11:13	65	28,7	855									
	11:13	65	28,7	855									
Medição 3	11:41	61	29,6	846									
	11:41	61	29,6	842									
	11:41	61	29,6	843									
	11:42	61	29,9	843									
	11:42	61	29,9	844									
	11:42	61	29,9	840									
	11:43	61	29,9	840									
	11:43	61	29,3	837									
	11:43	61	29,6	850									
	11:44	61	29,6	858									
	11:44	61	29,6	857									
	11:44	60	29,9	875									
	11:45	60	29,9	874									
	11:45	60	29,9	859									
	11:45	60	29,9	859									
	11:46	59	29,9	849									

Continua

Dia 19/06/2018													
	HORA	SÃO BRÁS			MARIZ E MAURITI			BOSQUE			ROT. JÚLIO CESAR		
		UR (%)	Temp. (°C)	CO ₂ (ppm)	UR (%)	Temp. (°C)	CO ₂ (ppm)	UR (%)	Temp. (°C)	CO ₂ (ppm)	UR (%)	Temp. (°C)	CO ₂ (ppm)
Medição 3	11:46	60	29,9	839									
	11:46	60	29,9	840									
	11:47	60	30,2	839									
	11:47	60	29,9	836									
	11:47	60	29,9	837									
	11:48	60	29,9	837									
	11:48	61	29,9	838									
	11:48	60	29,9	839									
	11:49	60	29,9	838									
	11:49	61	29,9	839									
	11:49	61	29,9	840									
	11:50	61	29,9	840									
	11:50	61	29,9	841									
	11:50	60	29,9	843									
	11:51	60	29,9	845									
	11:51	60	29,9	845									
	12:25				60	29,9	868						
	12:25				60	29,9	869						
	12:25				60	29,9	869						
	12:26				60	29,3	867						
	12:26				60	29,3	866						
	12:26				60	29,3	867						
	12:27				60	29,6	868						
	12:27				59	29,6	871						
	12:27				59	29,6	870						
	12:28				59	29,9	868						
	12:28				59	29,9	867						
	12:28				59	29,9	869						
	12:29				58	29,9	870						
	12:29				58	29,9	868						
	12:29				58	30,2	860						
	12:30				54	30,2	861						
	12:30				54	30,2	863						
	12:30				55	30,2	872						
	12:31				55	30,2	883						
	12:31				55	30,2	884						
	12:31				55	30,2	886						
	12:32				55	30,2	888						
	12:32				54	30,2	888						

Continua

Dia 19/06/2018													
	HORA	SÃO BRÁS			MARIZ E MAURITI			BOSQUE			ROT. JÚLIO CESAR		
		UR (%)	Temp. (°C)	CO ₂ (ppm)	UR (%)	Temp. (°C)	CO ₂ (ppm)	UR (%)	Temp. (°C)	CO ₂ (ppm)	UR (%)	Temp. (°C)	CO ₂ (ppm)
Medição 3	12:32				54	30,2	887						
	12:33				54	30,2	883						
	12:33				54	30,2	857						
	12:33				54	30,5	855						
	12:34				55	30,5	853						
	12:34				55	30,5	852						
	12:34				55	30,2	852						
	12:53							53	30,2	861			
	12:53							53	30,2	861			
	12:53							53	30,2	863			
	12:54							53	30,5	865			
	12:54							53	30,2	866			
	12:54							53	30,5	865			
	12:55							53	30,5	864			
	12:55							53	30,8	863			
	12:55							53	30,8	859			
	12:56							53	30,8	855			
	12:56							52	30,8	854			
	12:56							52	31,1	854			
	12:57							51	31,1	855			
	12:57							51	31,1	869			
	12:57							51	31,4	870			
	12:58							51	31,4	865			
	12:58							52	31,4	862			
	12:58							51	31,4	861			
	12:59							51	31,4	862			
	12:59							51	31,7	868			
	12:59							51	31,4	875			
	13:00							51	31,7	873			
	13:00							51	31,7	870			
	13:00							51	31,7	869			
	13:01							51	31,7	865			
	13:01							51	31,7	861			
	13:01							51	32	865			
	13:02							50	32	865			
	13:02							50	31,7	865			
	13:02							50	32	864			
	13:03							50	32	864			

Continua

Dia 19/06/2018													
	HORA	SÃO BRÁS			MARIZ E MAURITI			BOSQUE			ROT. JÚLIO CESAR		
		UR (%)	Temp. (°C)	CO ₂ (ppm)	UR (%)	Temp. (°C)	CO ₂ (ppm)	UR (%)	Temp. (°C)	CO ₂ (ppm)	UR (%)	Temp. (°C)	CO ₂ (ppm)
Medição 3	13:03							51	32				
	13:16										51	32	825
	13:16										50	32,3	825
	13:16										50	32,3	825
	13:17										50	32,7	822
	13:17										50	32,7	823
	13:17										49	33	830
	13:18										49	33	842
	13:18										49	33	841
	13:18										49	33,3	848
	13:19										49	33,1	827
	13:19										49	33,1	824
	13:19										48	33,1	819
	13:20										48	33,1	818
	13:20										48	33,3	819
	13:20										47	33,3	821
	13:21										48	33,3	843
	13:21										48	33,7	844
	13:21										48	33,7	844
	13:22										48	33,7	848
	13:22										46	34	871
	13:22										47	34,4	880
	13:23										47	34	880
	13:23										47	34,4	879
	13:23										46	34,4	879
	13:24										46	35	877
	13:24										46	35	877
	13:24										46	35	877
	13:25										45	35,4	875

Dia 20/06/2018													
	HORA	SÃO BRÁS			MARIZ E MAURITI			BOSQUE			ROT. JÚLIO CESAR		
		UR (%)	Temp. (°C)	CO ₂ (ppm)	UR (%)	Temp. (°C)	CO ₂ (ppm)	UR (%)	Temp. (°C)	CO ₂ (ppm)	UR (%)	Temp. (°C)	CO ₂ (ppm)
Medição 4	07:04	69	26,8	909									
	07:04	68	27,1	909									
	07:04	67	27,1	908									
	07:05	67	27,1	905									
	07:05	67	27,1	904									
	07:05	69	27,1	895									
	07:06	69	27,1	895									

Continua

Dia 20/06/2018													
Medição 4	HORA	SÃO BRÁS			MARIZ E MAURITI			BOSQUE			ROT. JÚLIO CESAR		
		UR (%)	Temp. (°C)	CO ₂ (ppm)	UR (%)	Temp. (°C)	CO ₂ (ppm)	UR (%)	Temp. (°C)	CO ₂ (ppm)	UR (%)	Temp. (°C)	CO ₂ (ppm)
	07:06	69	27,1	891									
	07:06	69	27,1	891									
	07:07	69	27,1	891									
	07:07	69	27,1	892									
	07:07	70	27,1	893									
	07:08	70	27,1	894									
	07:08	70	27,1	894									
	07:08	70	27,1	888									
	07:09	70	27,1	880									
	07:09	71	27,1	876									
	07:09	70	27,1	874									
	07:10	70	27,1	874									
	07:10	70	27,1	870									
	07:10	70	26,8	844									
	07:11	70	26,8	838									
	07:11	71	26,8	830									
	07:11	71	26,8	828									
	07:12	71	26,8	828									
	07:12	71	26,8	831									
	07:12	71	26,8	835									
	07:13	71	26,8	833									
	07:13	71	26,8	833									
	07:13	71	26,8	832									
	07:33				73	26,4	895						
	07:33				73	26,4	895						
	07:33				73	26,4	894						
	07:34				73	26,4	893						
	07:34				73	26,4	888						
	07:34				73	26,4	885						
	07:35				73	26,4	884						
	07:35				73	26,4	885						
	07:35				73	26,4	897						
	07:36				73	26,4	903						
	07:36				74	26,4	903						
	07:36				74	26,4	899						
	07:37				74	26,4	885						
	07:37				73	26,4	884						
	07:37				73	26,4	883						
	07:38				73	26,4	883						
	07:38				73	26,4	883						
	07:38				74	26,4	885						
	07:39				74	26,4	885						

Continua

Dia 20/06/2018													
	HORA	SÃO BRÁS			MARIZ E MAURITI			BOSQUE			ROT. JÚLIO CESAR		
		UR (%)	Temp. (°C)	CO ₂ (ppm)	UR (%)	Temp. (°C)	CO ₂ (ppm)	UR (%)	Temp. (°C)	CO ₂ (ppm)	UR (%)	Temp. (°C)	CO ₂ (ppm)
Medição 4	07:39				74	26,4	913						
	07:39				74	26,4	919						
	07:40				74	26,4	914						
	07:40				74	26,4	891						
	07:40				74	26,4	870						
	07:41				75	26,4	873						
	07:41				75	26,4	883						
	07:41				75	26,4	894						
	07:42				75	26,4	895						
	07:42				75	26,4	903						
	07:42				75	26,4	910						
	07:43				75	26,4	914						
	07:43				74	26,7	914						
	07:58							70	27,1	867			
	07:58							70	27,4	867			
	07:58							70	27,4	865			
	07:59							70	27,4	863			
	07:59							70	27,6	863			
	07:59							69	27,6	869			
	08:00							69	27,6	873			
	08:00							69	27,9	902			
	08:00							69	27,9	900			
	08:01							69	27,9	895			
	08:01							69	28,2	891			
	08:01							69	28,2	887			
	08:02							68	28,4	888			
	08:02							67	28,4	888			
	08:02							66	28,7	898			
	08:03							67	28,7	907			
	08:03							66	28,7	903			
	08:03							66	29	871			
	08:04							65	29	869			
	08:04							65	29	867			
	08:04							65	29	866			
	08:05							65	29,3	868			
	08:05							65	29,3	867			
	08:05							65	29,3	862			
	08:06							65	29,3	864			
	08:06							65	29,6	872			
	08:06							65	29,6	873			
	08:07							65	29,6	873			

Continua

Dia 20/06/2018													
		SÃO BRÁS			MARIZ E MAURITI			BOSQUE			ROT. JÚLIO CESAR		
		UR (%)	Temp. (°C)	CO ₂ (ppm)	UR (%)	Temp. (°C)	CO ₂ (ppm)	UR (%)	Temp. (°C)	CO ₂ (ppm)	UR (%)	Temp. (°C)	CO ₂ (ppm)
Medição 4	08:07							65	29,6	873			
	08:07							65	29,6	873			
	08:20										65	29,3	847
	08:20										65	29,3	847
	08:20										64	29,3	845
	08:21										65	29,3	844
	08:21										65	29,3	838
	08:21										65	29,3	838
	08:22										66	29,3	836
	08:22										66	29,3	837
	08:22										66	29,3	839
	08:23										66	29	841
	08:23										66	29	844
	08:23										66	29	845
	08:24										66	29	841
	08:24										66	29	832
	08:24										67	29	830
	08:25										67	29	828
	08:25										66	29	826
	08:25										66	29	827
	08:26										66	28,7	828
	08:26										66	29	828
	08:26										67	28,7	829
	08:27										67	28,7	828
	08:27										67	28,7	815
	08:27										67	28,7	815
	08:28										67	28,7	816
	08:28										67	28,7	817
	08:28										67	28,7	815
	08:29										67	28,7	814
	08:29										67	28,4	814
	08:29										67	28,4	814
Medição 5 e 6	09:08										53	32,7	823
	09:08										53	32,7	824
	09:08										53	32,7	805
	09:09										53	32,7	796
	09:09										54	32,3	798
	09:09										53	32,3	800
	09:10										54	32	801
	09:10										54	32	803

Continua

Dia 20/06/2018													
		SÃO BRÁS			MARIZ E MAURITI			BOSQUE			ROT. JÚLIO CESAR		
		UR (%)	Temp. (°C)	CO ₂ (ppm)	UR (%)	Temp. (°C)	CO ₂ (ppm)	UR (%)	Temp. (°C)	CO ₂ (ppm)	UR (%)	Temp. (°C)	CO ₂ (ppm)
Medição 5 e 6	09:10										54	32	789
	09:11										54	31,7	787
	09:11										55	31,4	786
	09:11										55	31,4	787
	09:12										56	31,4	788
	09:12										56	31,4	793
	09:12										56	31,1	793
	09:13										56	31,1	799
	09:13										56	31,1	807
	09:13										57	31,1	807
	09:14										56	31,1	809
	09:14										56	31,1	802
	09:14										56	31,1	801
	09:15										56	30,8	803
	09:15										57	30,8	801
	09:15										57	30,8	799
	09:16										58	30,8	800
	09:16										58	30,8	802
	09:16										58	30,5	812
	09:17										57	30,5	843
	09:17										57	30,5	886
	09:17										57	30,5	884
	09:18										58	30,5	859
	09:18										58	30,2	858
	09:18										58	30,5	857
	09:19										59	30,5	855
	09:19										58	30,5	855
	09:19										58	30,5	846
	09:20										58	30,2	840
	09:20										58	30,5	810
	09:20										58	30,5	808
	09:21										58	30,2	814
	09:21										58	30,2	816
	09:21										58	30,2	820
	09:22										58	30,2	825
	09:22										58	29,9	827
	09:22										63	29,9	828
	09:23										63	30,2	820
	09:23										64	30,2	821
	09:23										59	30,2	818
	09:24										59	29,9	840

Continua

Dia 20/06/2018													
		SÃO BRÁS			MARIZ E MAURITI			BOSQUE			ROT. JÚLIO CESAR		
		UR (%)	Temp. (°C)	CO ₂ (ppm)	UR (%)	Temp. (°C)	CO ₂ (ppm)	UR (%)	Temp. (°C)	CO ₂ (ppm)	UR (%)	Temp. (°C)	CO ₂ (ppm)
Medição 5 e 6	09:24										64	29,9	826
	09:24										64	30,2	827
	09:25										60	30,2	830
	09:25										60	29,9	830
	09:25										65	29,9	830
	09:26										64	30,2	830
	09:48							53	32,7	901			
	09:48							53	32,7	901			
	09:48							53	32,7	899			
	09:49							53	32,7	892			
	09:49							53	33	888			
	09:49							53	32,7	876			
	09:50							53	32,7	864			
	09:50							53	32,7	859			
	09:50							53	32,7	848			
	09:51							53	32,7	847			
	09:51							53	32,7	835			
	09:51							53	32,7	833			
	09:52							54	32,7	831			
	09:52							54	32,7	830			
	09:52							54	32,7	833			
	09:53							54	32,7	838			
	09:53							54	32,3	865			
	09:53							54	32,3	866			
	09:54							54	32,7	866			
	09:54							54	32,3	870			
	09:54							54	32,3	872			
	09:55							53	32,3	864			
	09:55							53	32,3	848			
	09:55							53	32,3	839			
	09:56							54	32	846			
	09:56							54	32,3	847			
	09:56							55	32	859			
	09:57							55	32	863			
	09:57							55	32	859			
	09:57							55	32	859			
	09:58							56	31,7	850			
	09:58							56	31,7	828			
	09:58							57	31,7	812			
	09:59							57	31,4	804			
	09:59							58	31,4	804			

Continua

Dia 20/06/2018													
		SÃO BRÁS			MARIZ E MAURITI			BOSQUE			ROT. JÚLIO CESAR		
		UR (%)	Temp. (°C)	CO ₂ (ppm)	UR (%)	Temp. (°C)	CO ₂ (ppm)	UR (%)	Temp. (°C)	CO ₂ (ppm)	UR (%)	Temp. (°C)	CO ₂ (ppm)
Medição 5 e 6	09:59							58	31,7	803			
	10:00							58	31,7	803			
	10:00							58	31,4	808			
	10:00							57	31,4	807			
	10:01							58	31,4	809			
	10:01							57	31,4	812			
	10:01							56	31,1	822			
	10:02							56	31,1	830			
	10:02							55	31,4	825			
	10:02							55	31,4	824			
	10:03							55	31,1	826			
	10:03							55	31,1	839			
	10:03							55	31,1	842			
	10:04							55	31,1	841			
	10:04							55	30,8	841			
	10:04							55	30,8	842			
	10:05							55	30,8	840			
	10:05							55	30,8	840			
	10:05							55	30,5	836			
	10:06							55	30,5	836			
	10:06							56	30,5	836			
	10:06							56	30,5	836			
	10:07							56	30,5	824			
	10:07							56	30,5	819			
	10:07							57	30,5	822			
	10:08							56	30,5	822			
	10:08							56	30,5	823			
	10:31				53	32	867						
	10:31				53	32	867						
	10:31				53	31,7	866						
	10:32				53	32	867						
	10:32				53	32	849						
	10:32				53	32	834						
	10:33				53	31,7	835						
	10:33				53	31,7	835						
	10:33				53	32	836						
	10:34				53	31,7	835						
	10:34				53	31,7	835						
	10:34				53	31,7	834						
	10:35				53	31,7	834						
	10:35				53	31,7	827						

Continuar

Dia 20/06/2018													
		SÃO BRÁS			MARIZ E MAURITI			BOSQUE			ROT. JÚLIO CESAR		
		UR (%)	Temp. (°C)	CO ₂ (ppm)	UR (%)	Temp. (°C)	CO ₂ (ppm)	UR (%)	Temp. (°C)	CO ₂ (ppm)	UR (%)	Temp. (°C)	CO ₂ (ppm)
Medição 5 e 6	10:35				53	31,4	824						
	10:36				53	31,4	824						
	10:36				53	31,4	821						
	10:36				53	31,4	819						
	10:37				53	31,1	819						
	10:37				53	31,1	820						
	10:37				53	31,1	820						
	10:38				53	31,1	820						
	10:38				53	31,1	819						
	10:38				53	31,1	817						
	10:39				53	31,1	821						
	10:39				54	31,1	823						
	10:39				54	30,8	824						
	10:40				54	30,8	824						
	10:40				54	30,8	824						
	10:40				53	30,5	827						
	10:41				53	30,8	827						
	10:41				53	30,8	827						
	10:41				53	30,5	826						
	10:42				53	30,5	824						
	10:42				54	30,5	825						
	10:42				54	30,5	826						
	10:43				54	30,5	825						
	10:43				54	30,5	824						
	10:43				54	30,5	824						
	10:44				54	30,5	830						
	10:44				54	30,5	842						
	10:44				54	30,2	840						
	10:45				54	30,5	837						
	10:45				54	30,5	837						
	10:45				54	30,5	837						
	10:46				55	30,2	849						
	10:46				55	30,2	854						
	10:46				55	30,5	854						
	10:47				55	30,5	846						
	10:47				55	30,2	843						
	10:47				55	30,2	829						
	10:48				55	30,2	826						
	10:48				55	30,5	826						
	10:48				55	30,2	826						
	10:49				55	30,2	826						

Continua

Dia 20/06/2018													
	HORA	SÃO BRÁS			MARIZ E MAURITI			BOSQUE			ROT. JÚLIO CESAR		
		UR (%)	Temp. (°C)	CO ₂ (ppm)	UR (%)	Temp. (°C)	CO ₂ (ppm)	UR (%)	Temp. (°C)	CO ₂ (ppm)	UR (%)	Temp. (°C)	CO ₂ (ppm)
Medição 5 e 6	11:27	56	30,8	832									
	11:27	55	30,8	834									
	11:27	56	30,5	835									
	11:28	56	30,5	829									
	11:28	56	30,8	825									
	11:28	56	30,8	825									
	11:29	56	30,8	826									
	11:29	56	30,8	826									
	11:29	56	30,8	827									
	11:30	56	30,8	826									
	11:30	56	30,8	827									
	11:30	56	30,8	836									
	11:31	56	30,8	844									
	11:31	56	31,1	848									
	11:31	55	30,8	850									
	11:32	55	30,8	810									
	11:32	56	30,8	810									
	11:32	55	30,8	811									
Medição 7	12:00	54	30,8	841									
	12:00	54	31,1	843									
	12:00	54	31,1	843									
	12:01	54	30,8	836									
	12:01	53	31,1	833									
	12:01	54	31,1	833									
	12:02	54	30,8	832									
	12:02	53	30,8	832									
	12:02	54	31,1	830									
	12:03	54	31,1	829									
	12:03	53	30,8	828									
	12:03	53	30,8	828									
	12:04	53	31,1	829									
	12:04	53	31,1	828									
	12:04	54	30,8	824									
	12:05	55	30,8	821									
	12:05	55	30,8	820									
	12:05	54	30,8	819									
	12:06	54	30,8	813									
	12:06	54	30,8	809									
	12:06	54	30,8	809									
	12:07	54	30,8	821									
	12:07	55	30,5	821									

Continua

Dia 20/06/2018													
		SÃO BRÁS			MARIZ E MAURITI			BOSQUE			ROT. JÚLIO CESAR		
		UR (%)	Temp. (°C)	CO ₂ (ppm)	UR (%)	Temp. (°C)	CO ₂ (ppm)	UR (%)	Temp. (°C)	CO ₂ (ppm)	UR (%)	Temp. (°C)	CO ₂ (ppm)
	12:07	55	30,5	832									
	12:08	55	30,8	836									
	12:08	55	30,8	842									
	12:08	55	30,8	854									
	12:09	55	30,8	854									
	12:09	55	30,8	853									
	12:39				53	31,1	855						
	12:39				53	31,4	855						
	12:39				53	31,4	856						
	12:40				54	31,4	858						
	12:40				53	31,4	859						
	12:40				53	31,4	856						
	12:41				53	31,4	846						
	12:41				53	31,4	842						
	12:41				53	31,4	840						
	12:42				53	31,4	839						
	12:42				53	31,7	836						
	12:42				53	31,4	834						
	12:43				53	31,4	829						
	12:43				53	31,7	828						
	12:43				53	31,7	828						
	12:44				53	31,4	827						
	12:44				53	31,4	825						
	12:44				53	31,7	825						
	12:45				53	31,7	825						
	12:45				53	31,4	825						
	12:45				53	31,4	825						
	12:46				53	31,7	824						
	12:46				53	31,7	825						
	12:46				53	31,4	829						
	12:47				53	31,7	828						
	12:47				53	31,7	820						
	12:47				53	31,7	819						
	12:48				53	31,7	819						
	12:48				52	31,7	820						
	12:48				52	31,7	822						
	12:49				52	31,7	824						
	12:49				52	31,7	824						
	12:49				53	31,7	823						
	13:19							50	32,3	861			
	13:19							50	32,3	861			

Continua

Dia 20/06/2018													
HORA	SÃO BRÁS			MARIZ E MAURITI			BOSQUE			ROT. JÚLIO CESAR			
	UR (%)	Temp. (°C)	CO ₂ (ppm)	UR (%)	Temp. (°C)	CO ₂ (ppm)	UR (%)	Temp. (°C)	CO ₂ (ppm)	UR (%)	Temp. (°C)	CO ₂ (ppm)	
13:19							50	32,3	859				
13:20							50	32,3	859				
13:20							49	32,3	857				
13:20							49	32,3	862				
13:21							50	32,3	874				
13:21							49	32,3	876				
13:21							49	32,7	875				
13:22							49	32,1	863				
13:22							50	32,7	861				
13:22							49	32,7	849				
13:23							49	32,7	848				
13:23							49	32,1	847				
13:23							49	32,1	845				
13:24							49	32,1	843				
13:24							49	32,1	838				
13:24							49	32,1	837				
13:25							49	32,1	836				
13:25							49	32,1	837				
13:25							49	32,1	836				
13:26							48	32,1	851				
13:26							48	32,1	853				
13:26							48	32,7	850				
13:27							48	32,1	847				
13:27							48	32,3	846				
13:27							48	32,3	845				
13:28							48	32,3	847				
13:28							48	32,7	848				
13:28							48	32,3	848				
13:49										49	33,1	806	
13:49										47	33,1	808	
13:49										47	33,1	809	
13:50										49	33,7	824	
13:50										48	33,7	822	
13:50										48	33,7	820	
13:51										48	33,7	819	
13:51										48	33,7	818	
13:51										48	33,7	817	
13:52										48	33,7	815	
13:52										48	34	813	
13:52										48	34	811	

Continua

Dia 20/06/2018													
Medição 7		SÃO BRÁS			MARIZ E MAURITI			BOSQUE			ROT. JÚLIO CESAR		
		UR (%)	Temp. (°C)	CO ₂ (ppm)	UR (%)	Temp. (°C)	CO ₂ (ppm)	UR (%)	Temp. (°C)	CO ₂ (ppm)	UR (%)	Temp. (°C)	CO ₂ (ppm)
	13:53										48	34	811
	13:53										48	34,4	812
	13:53										48	34,4	815
	13:54										48	34,4	816
	13:54										48	34,7	831
	13:54										48	34,7	855
	13:55										47	34,7	855
	13:55										47	35	853
	13:55										47	35	845
	13:56										47	35	845
	13:56										47	35	845

Dia 26/06/2018													
Medição 8	HORA	SÃO BRÁS			MARIZ E MAURITI			BOSQUE			ROT. JÚLIO CESAR		
		UR (%)	Temp. (°C)	CO ₂ (ppm)	UR (%)	Temp. (°C)	CO ₂ (ppm)	UR (%)	Temp. (°C)	CO ₂ (ppm)	UR (%)	Temp. (°C)	CO ₂ (ppm)
	07:09	72	27,6	853									
	07:09	72	27,6	855									
	07:09	72	27,6	856									
	07:10	73	27,6	854									
	07:10	74	27,6	852									
	07:10	74	27,6	844									
	07:11	74	27,6	845									
	07:11	75	27,6	846									
	07:11	75	27,6	835									
	07:12	75	27,4	828									
	07:12	75	27,4	826									
	07:12	75	27,4	818									
	07:13	75	27,4	816									
	07:13	75	27,4	817									
	07:13	76	27,4	828									
	07:14	76	27,1	834									
	07:14	76	27,1	833									
	07:14	76	27,1	832									
	07:15	76	27,1	830									
	07:15	76	27,1	823									
	07:15	76	27,1	819									
	07:16	76	27,1	818									

Continua

Dia 26/06/2018													
	HORA	SÃO BRÁS			MARIZ E MAURITI			BOSQUE			ROT. JÚLIO CESAR		
		UR (%)	Temp. (°C)	CO ₂ (ppm)	UR (%)	Temp. (°C)	CO ₂ (ppm)	UR (%)	Temp. (°C)	CO ₂ (ppm)	UR (%)	Temp. (°C)	CO ₂ (ppm)
Medição 8	07:16	76	26,8	818									
	07:16	76	26,8	819									
	07:17	76	26,8	828									
	07:17	76	26,8	847									
	07:17	76	26,8	850									
	07:18	76	26,8	858									
	07:18	76	26,8	864									
	07:18	76	26,8	864									
	07:33				75	26,8	869						
	07:33				75	26,8	866						
	07:33				75	26,8	860						
	07:34				75	26,8	841						
	07:34				76	26,8	840						
	07:34				76	26,8	838						
	07:35				76	26,8	839						
	07:35				76	26,8	843						
	07:35				76	26,8	843						
	07:36				76	26,8	844						
	07:36				76	26,8	843						
	07:36				76	26,8	835						
	07:37				76	26,8	833						
	07:37				75	26,8	833						
	07:37				75	26,8	836						
	07:38				75	26,8	854						
	07:38				75	26,8	864						
	07:38				75	27,1	866						
	07:39				75	27,1	870						
	07:39				76	27,1	870						
	07:39				76	27,1	868						
	07:40				76	27,1	857						
	07:40				76	27,1	855						
	07:40				76	27,1	854						
	07:41				76	27,1	852						
	07:41				75	27,1	857						
	07:41				75	27,1	858						
	07:42				76	27,1	856						
	07:42				75	27,1	854						
	07:42				75	27,1	851						
	07:43				76	27,1	851						

Continua

Dia 26/06/2018													
	HORA	SÃO BRÁS			MARIZ E MAURITI			BOSQUE			ROT. JÚLIO CESAR		
		UR (%)	Temp. (°C)	CO ₂ (ppm)	UR (%)	Temp. (°C)	CO ₂ (ppm)	UR (%)	Temp. (°C)	CO ₂ (ppm)	UR (%)	Temp. (°C)	CO ₂ (ppm)
Medição 8	08:00							75	27,1	855			
	08:00							75	27,1	864			
	08:00							75	27,1	864			
	08:01							75	27,1	865			
	08:01							75	27,1	867			
	08:01							75	27,1	866			
	08:02							75	27,1	852			
	08:02							75	27,4	848			
	08:02							75	27,4	839			
	08:03							75	27,4	838			
	08:03							75	27,1	832			
	08:03							75	27,1	823			
	08:04							75	27,1	821			
	08:04							75	27,1	818			
	08:04							76	27,1	817			
	08:05							76	27,1	819			
	08:05							75	27,1	825			
	08:05							76	27,1	831			
	08:06							76	27,1	865			
	08:06							76	27,1	868			
	08:06							76	27,1	882			
	08:07							76	27,1	893			
	08:07							76	27,1	902			
	08:07							76	27,1	913			
	08:08							76	27,4	932			
	08:08							76	27,4	930			
	08:08							75	27,4	913			
	08:09							75	27,4	902			
	08:09							75	27,4	892			
	08:45										71	27,4	843
	08:45										71	27,6	843
	08:45										73	27,6	841
	08:46										73	27,9	838
	08:46										73	28,2	831
	08:46										73	28,2	830
	08:47										73	28,4	831
	08:47										72	28,4	829
	08:47										72	28,7	822
	08:48										72	28,7	819
	08:48										71	29	812
	08:48										71	29	812
	08:49										71	29,3	812

Continua

Dia 26/06/2018													
	HORA	SÃO BRÁS			MARIZ E MAURITI			BOSQUE			ROT. JÚLIO CESAR		
		UR (%)	Temp. (°C)	CO ₂ (ppm)	UR (%)	Temp. (°C)	CO ₂ (ppm)	UR (%)	Temp. (°C)	CO ₂ (ppm)	UR (%)	Temp. (°C)	CO ₂ (ppm)
Medição 8	08:49										70	29,3	814
	08:49										70	29,6	817
	08:50										70	29,6	819
	08:50										70	29,9	824
	08:50										70	29,9	824
	08:51										70	29,9	823
	08:51										69	29,3	823
	08:51										69	29,3	823
	08:52										70	29,3	823
	08:52										69	29,3	818
	08:52										68	29,6	817
	08:53										68	29,6	817
	08:53										68	29,6	818
	08:54										68	29,6	821
	08:54										68	29,9	833
	08:54										68	29,9	821
	08:55										63	30,5	833
	08:55										63	30,5	855
	08:55										63	30,8	855
	08:56										63	30,8	858
	08:56										63	30,8	858
	08:56										62	31,1	858
	08:57										62	31,1	857
Medição 9 e 10	09:00										62	31,1	862
	09:00										62	31,1	863
	09:00										62	31,1	862
	09:01										62	31,4	861
	09:01										62	31,4	858
	09:01										62	31,4	858
	09:02										62	31,4	857
	09:02										62	31,4	854
	09:02										62	31,4	853
	09:03										62	31,4	849
	09:03										62	31,4	848
	09:03										62	31,7	847
	09:04										62	31,7	846
	09:04										62	31,7	840
	09:04										61	31,7	839
	09:05										62	31,7	835

Continua

Dia 26/06/2018													
Medição 9 e 10	HORA	SÃO BRÁS			MARIZ E MAURITI			BOSQUE			ROT. JÚLIO CESAR		
		UR (%)	Temp. (°C)	CO ₂ (ppm)	UR (%)	Temp. (°C)	CO ₂ (ppm)	UR (%)	Temp. (°C)	CO ₂ (ppm)	UR (%)	Temp. (°C)	CO ₂ (ppm)
	09:05										62	31,7	835
	09:05										62	31,7	833
	09:06										61	31,7	831
	09:06										61	31,7	828
	09:06										62	31,7	819
	09:07										62	31,4	813
	09:07										62	31,4	813
	09:07										62	31,4	820
	09:08										62	31,4	826
	09:08										62	31,4	825
	09:08										62	31,4	826
	09:09										62	31,4	825
	09:09										62	31,4	825
	09:09										62	31,4	825
	09:10										62	31,4	824
	09:10										62	31,4	820
	09:10										62	31,4	817
	09:11										62	31,4	815
	09:11										63	31,4	814
	09:11										63	31,4	814
	09:12										62	31,4	813
	09:12										62	31,4	812
	09:12										62	31,4	811
	09:13										63	31,4	812
	09:13										62	31,4	808
	09:13										62	31,4	804
	09:14										62	31,4	802
09:14										62	31,4	803	
10:15								55	31,4	809			
10:15								55	31,7	808			
10:15								55	31,7	813			
10:16								55	31,7	813			
10:16								56	31,4	813			
10:16								56	31,7	814			
10:17								56	31,7	814			
10:17								56	31,7	811			
10:17								56	31,7	800			
10:18								56	31,7	800			
10:18								56	31,7	800			
10:18								56	31,7	798			

Continua

Dia 26/06/2018													
	HORA	SÃO BRÁS			MARIZ E MAURITI			BOSQUE			ROT. JÚLIO CESAR		
		UR (%)	Temp. (°C)	CO ₂ (ppm)	UR (%)	Temp. (°C)	CO ₂ (ppm)	UR (%)	Temp. (°C)	CO ₂ (ppm)	UR (%)	Temp. (°C)	CO ₂ (ppm)
Medição 9 e 10	10:19							56	31,4	798			
	10:19							57	31,7	797			
	10:19							56	31,7	797			
	10:20							56	31,7	798			
	10:20							57	31,4	791			
	10:20							57	31,4	783			
	10:21							57	31,7	783			
	10:21							57	31,4	790			
	10:21							57	31,4	799			
	10:22							58	31,4	957			
	10:22							57	31,4	864			
	10:22							57	31,4	845			
	10:23							57	31,4	828			
	10:23							57	31,4	830			
	10:23							57	31,4	830			
	10:24							57	31,4	826			
	10:24							57	31,4	825			
	10:24							57	31,4	827			
	10:25							57	31,4	830			
	10:25							57	31,4	830			
	10:25							57	31,4	832			
	10:26							57	31,4	836			
	10:26							57	31,4	847			
	10:26							57	31,4	901			
	10:27							57	31,4	896			
	10:27							57	31,7	875			
	10:27							57	31,7	877			
	10:28							56	31,7	889			
	10:28							56	31,7	890			
	10:28							56	31,7	886			
	10:29							56	31,7	880			
	10:29							56	32	871			
	10:29							55	32	869			
	10:30							55	32	860			
	10:30							55	32	849			
	10:30							55	32	849			
	10:31							55	31,5	848			
	10:31							55	32	850			
	10:31							55	32	850			
	10:32							55	32	851			

Dia 26/06/2018													
	HORA	SÃO BRÁS			MARIZ E MAURITI			BOSQUE			ROT. JÚLIO CESAR		
		UR (%)	Temp. (°C)	CO ₂ (ppm)	UR (%)	Temp. (°C)	CO ₂ (ppm)	UR (%)	Temp. (°C)	CO ₂ (ppm)	UR (%)	Temp. (°C)	CO ₂ (ppm)
Medição 9 e 10	10:32							55	31,5	850			
	10:32							55	31,5	844			
	10:33							55	32	840			
	10:33							55	32	840			
	10:50				55	31,7	830						
	10:50				54	31,7	831						
	10:50				54	31,7	831						
	10:51				55	31,7	834						
	10:51				55	31,7	834						
	10:51				55	31,7	840						
	10:52				55	31,7	841						
	10:52				55	31,7	828						
	10:52				56	31,7	836						
	10:53				56	31,7	837						
	10:53				56	31,7	840						
	10:53				56	31,7	843						
	10:54				56	31,7	841						
	10:54				56	31,7	829						
	10:54				56	31,7	830						
	10:55				56	31,7	830						
	10:55				56	31,7	830						
	10:55				57	31,4	825						
	10:56				57	31,4	820						
	10:56				56	31,7	820						
	10:56				57	31,4	820						
	10:57				56	31,4	820						
	10:57				56	31,4	819						
	10:57				55	31,4	809						
	10:58				55	31,4	802						
	10:58				55	31,4	799						
	10:58				55	31,1	798						
	10:59				55	31,4	796						
	10:59				55	31,1	794						
	10:59				55	31,1	789						
	11:00				55	31,1	785						
	11:00				55	30,8	787						
	11:00				55	30,8	788						
	11:01				55	30,8	791						
	11:01				56	30,8	804						
	11:01				56	30,8	809						

Continua

Dia 26/06/2018													
	HORA	SÃO BRÁS			MARIZ E MAURITI			BOSQUE			ROT. JÚLIO CESAR		
		UR (%)	Temp. (°C)	CO ₂ (ppm)	UR (%)	Temp. (°C)	CO ₂ (ppm)	UR (%)	Temp. (°C)	CO ₂ (ppm)	UR (%)	Temp. (°C)	CO ₂ (ppm)
Medição 9 e 10	11:02				57	30,8	807						
	11:02				57	30,8	798						
	11:02				57	30,8	802						
	11:03				57	30,8	796						
	11:03				57	30,5	794						
	11:03				57	30,5	794						
	11:04				57	30,8	794						
	11:04				57	30,8	804						
	11:04				57	30,5	812						
	11:05				57	30,8	812						
	11:05				57	30,8	813						
	11:05				57	30,5	819						
	11:06				57	30,8	830						
	11:06				57	30,8	831						
	11:06				57	30,8	832						
	11:07				57	30,5	832						
	11:07				57	30,5	832						
	11:07				57	30,8	831						
	11:08				57	30,8	830						
	11:08				57	30,5	828						
	11:08				57	30,5	820						
	11:09				57	30,8	820						
	11:09				57	30,8	821						
	11:09				57	30,5	821						
	11:10				57	30,8	820						
	11:10				57	30,8	837						
	11:10				57	30,8	840						
	11:33	52	31,1	802									
	11:33	52	31,1	802									
	11:33	51	31,1	801									
	11:34	51	31,1	800									
	11:34	52	31,1	807									
	11:34	52	31,1	813									
	11:35	53	31,1	813									
	11:35	53	31,1	814									
	11:35	53	31,1	814									
	11:36	53	31,1	793									
	11:36	53	31,1	792									
	11:36	53	31,1	786									
	11:37	54	31,1	795									

Continua

Dia 26/06/2018													
	HORA	SÃO BRÁS			MARIZ E MAURITI			BOSQUE			ROT. JÚLIO CESAR		
		UR (%)	Temp. (°C)	CO2 (ppm)	UR (%)	Temp. (°C)	CO2 (ppm)	UR (%)	Temp. (°C)	CO2 (ppm)	UR (%)	Temp. (°C)	CO2 (ppm)
Medição 9 e 10	11:37	54	31,1	795									
	11:37	54	31,1	795									
	11:38	53	31,1	782									
	11:38	54	31,1	782									
	11:38	54	31,1	773									
	11:39	54	30,8	773									
	11:39	53	30,8	772									
	11:39	53	31,1	775									
	11:40	54	30,8	781									
	11:40	53	30,8	784									
	11:40	54	30,8	786									
	11:41	54	30,8	786									
	11:41	54	30,8	788									
	11:41	54	30,8	789									
	11:42	54	30,8	789									
	11:42	54	30,8	789									
	11:42	54	30,8	788									
	11:43	54	30,8	798									
	11:43	54	30,8	806									
	11:43	55	30,5	805									
	11:44	55	30,5	814									
	11:44	54	30,8	815									
	11:44	54	30,5	814									
	11:45	54	30,5	814									
	11:45	54	30,5	813									
	11:45	55	30,8	812									
	11:46	53	30,8	817									
	11:46	54	30,5	826									
	11:46	54	30,5	822									
	11:47	55	30,8	819									
	11:47	55	30,8	818									
	11:47	55	30,5	813									
	11:48	54	30,8	792									
	11:48	53	30,8	796									
	11:48	53	30,8	797									
	11:49	53	30,5	794									
11:49	53	30,8	795										
11:49	53	30,8	793										
11:50	53	30,8	791										
11:50	54	30,8	788										

Continua

Dia 26/06/2018													
Medição 9 e 10	HORA	SÃO BRÁS			MARIZ E MAURITI			BOSQUE			ROT. JÚLIO CESAR		
		UR (%)	Temp. (°C)	CO ₂ (ppm)	UR (%)	Temp. (°C)	CO ₂ (ppm)	UR (%)	Temp. (°C)	CO ₂ (ppm)	UR (%)	Temp. (°C)	CO ₂ (ppm)
	11:50	54	30,8	786									
	11:51	54	30,8	887									
	11:51	54	30,8	870									
	11:51	54	30,8	840									
	11:52	54	30,8	830									
Medição 11	12:20	53	31,1	826									
	12:20	53	31,1	828									
	12:20	53	31,1	830									
	12:21	53	31,1	833									
	12:21	53	31,4	834									
	12:21	53	31,1	834									
	12:22	53	31,1	828									
	12:22	53	31,4	827									
	12:22	53	31,4	824									
	12:23	52	31,4	820									
	12:23	52	31,4	817									
	12:23	53	31,4	814									
	12:24	53	31,4	803									
	12:24	53	31,4	801									
	12:24	53	31,4	801									
	12:25	53	31,4	798									
	12:25	53	31,4	801									
	12:25	53	31,4	813									
	12:26	53	31,4	813									
	12:26	53	31,4	812									
	12:26	53	31,4	809									
	12:27	53	31,4	801									
	12:27	53	31,4	803									
	12:27	53	31,4	805									
	12:28	53	31,7	810									
	12:28	53	31,7	812									
	12:28	53	31,7	816									
	12:29	53	31,4	820									
	12:48				46	34	775						
	12:48				46	33,7	770						
	12:48				46	33,7	771						
	12:49				46	33,7	773						
	12:49				46	33,7	775						
	12:49				46	33,7	781						
	12:50				45	33,7	781						

Continua

Dia 26/06/2018													
HORA	SÃO BRÁS			MARIZ E MAURITI			BOSQUE			ROT. JÚLIO CESAR			
	UR (%)	Temp. (°C)	CO ₂ (ppm)	UR (%)	Temp. (°C)	CO ₂ (ppm)	UR (%)	Temp. (°C)	CO ₂ (ppm)	UR (%)	Temp. (°C)	CO ₂ (ppm)	
12:50				45	33,7	781							
12:50				45	33,7	780							
12:51				45	33,7	777							
12:51				45	33,7	775							
12:51				46	33,7	774							
12:52				46	33,7	777							
12:52				45	34	785							
12:52				45	33,7	793							
12:53				46	33,7	795							
12:53				45	34	809							
12:53				45	34	814							
12:54				46	34	831							
12:54				46	34	831							
12:54				46	34	830							
12:55				45	34,4	828							
12:55				45	34	826							
12:55				45	34	824							
12:56				44	34,4	812							
12:56				44	34,4	812							
12:56				44	34	811							
13:17							46	33,1	860				
13:17							46	33,1	871				
13:17							47	33,1	887				
13:18							46	33,1	887				
13:18							46	33,1	887				
13:18							46	33,3	883				
13:19							46	33,3	879				
13:19							47	33,3	853				
13:19							48	33,7	852				
13:20							47	33,3	850				
13:20							46	33,3	848				
13:20							46	33,7	844				
13:21							46	33,7	830				
13:21							45	33,7	829				
13:21							46	33,7	818				
13:22							45	33,7	812				
13:22							46	33,7	810				
13:22							46	33,7	806				
13:23							46	33,7	792				
13:23							46	33,7	793				

Continua

Dia 26/06/2018													
Medição 11	HORA	SÃO BRÁS			MARIZ E MAURITI			BOSQUE			ROT. JÚLIO CESAR		
		UR (%)	Temp. (°C)	CO ₂ (ppm)	UR (%)	Temp. (°C)	CO ₂ (ppm)	UR (%)	Temp. (°C)	CO ₂ (ppm)	UR (%)	Temp. (°C)	CO ₂ (ppm)
	13:23							46	33,7	793			
	13:24							46	33,7	795			
	13:24							46	33,7	792			
	13:24							46	33,7	791			
	13:25							46	33,7	789			
	13:25							46	33,7	793			
	13:25							46	33,7	792			
	13:41										44	34,4	801
	13:41										44	34,4	803
	13:41										44	34,7	814
	13:42										44	35	819
	13:42										44	34,8	831
	13:42										44	35,1	831
	13:43										44	35,1	819
	13:43										44	35,5	816
	13:43										43	35,9	815
	13:44										43	36,2	814
	13:44										41	36,5	815
	13:44										42	36,9	820
	13:45										42	37,7	821
	13:45										42	38	825
	13:45										42	38,4	827
	13:46										41	38,4	828
	13:46										40	38,8	829
	13:46										39	38,8	824
	13:47										38	38,8	820
	13:47										38	38,6	816

APÊNDICE B – Dados de LAeq [dB(A)] dos pontos por dia de monitoramento

DIA	Nº DO MONITORAMENTO	SÃO BRÁS	MARIZ E MAURITI	BOSQUE	ROT. JÚLIO CESAR
19/06/2018	1	76,3	80	79	77,3
	2	78	78	79	75,5
	3	79	79	78,5	76,5
20/06/2018	4	75,5	79	78	76
	5	78,5	77,5	78,5	75
	6	78	79	78,5	76
	7	75	77,5	78,3	75,5
26/06/2018	8	78	79	78,5	75,5
	9	78	78	78	75
	10	78	78	79	78,3
	11	75	78	77,3	75,3